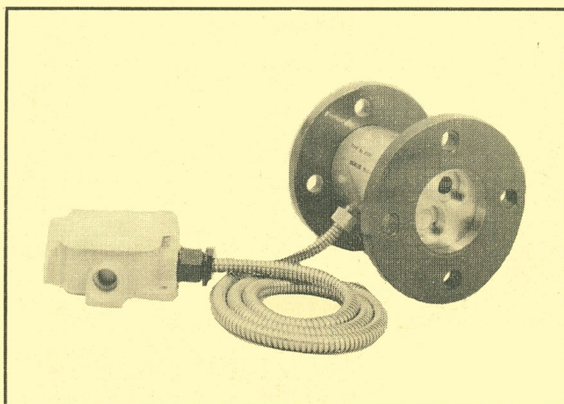
# AUTOMATIZÁLÁS

KG TMTI

IPARI SŰRŰSÉGMÉRŐK

HEVÍTŐ INVERTEREK

TELEMECHANIKA



1976
3

# AUTOMATIZÁLÁS

IX. ÉVFOLYAM 3. SZÁM

1976 MÁRCIUS

KOHÓ- ÉS GÉPIPARI TUDOMÁNYOS
MŰSZAKI TÁJÉKOZTATÓ INTÉZET
MŰSZAKI INFORMÁCIÓS OSZTÁLYÁNAK
SZAKFOLYÓIRATA


●



●


Szerkesztőség: 1051 Budapest, Arany János u. 24.
Telefon: 317-549

Eng. III/400/s/129/

Megjelenik havonként. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesitőknél, a Posta hirlapüzleteiben és a Posta Központi Hirlap Irodánál (KHI, 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy csekkbefizetési lapon a KHI 215-96162 pénzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési dij: 1 évre 360,- Ft, fél évre 180,- Ft. Készült a KGTMTI Nyomda Főosztályán. Felelős vezető: Haraszti Győző. Müszaki szerkesztő: Novák Ferenc. A rajzokat késziteтte: Szilágyi István. Formátum: A4. Táskaszám: 76.114 Index: 25.114

## Tartalom



## Inhalt



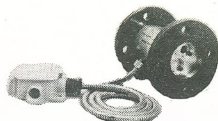
## Contents



## Содержание



### CÍMKÉPÜNK



A vegyipar, a kőolaj- és rokon iparágak technológiai folyamatainak dinamikus fejlődése az üzemi sürüség folyamatos mérését igényelte. Az ipari sürüségmérési feladatok megoldására számos, eltérő fizikai elven müködő konstrukciót dolgoztak ki. Ezek egyike a DENSITON rezgőhengeres differenciál folyadék- és gázsürüségmérő-család, amelynek sorozatgyártását a MMG Automatika Müvek a szovjet szénhidrogén automatika program keretében még folyó évben beinditja.

# FROM THE CONTENTS



The dynamic development in the oil and natural gas production, as well as that of the chemical industry, the widespreading use of computers has made necessary the progress of sensing elements for measuring purposes. The author deals in his contribution with up to date vibrating sensing elements, which are used for measuring the density of flowing liquids and gases, especially those of domestic developments and its uses.



Nowadays often present itself the necessity to measure the density of flowing liquids in fire dangerous and explosive material producing industries. The author deals with a density measuring system without firing sparks. Further he is also dealing with explosionsfree protecting methods and the choice of sparkfree measuring circuit and its construction. Describes a sparkfree bulk quantity measuring system, which uses the introduced density measuring system.



The contribution deals with those advantageous properties, which are appearing with the digital regulating and control of thyristor a.c. inverters, which are used in connection of feeding asynchronous traction motors. With arithmetics applied in the computer technics and with the use of integrated circuits one may get optimal working conditions with asynchronous motors.



The contribution shows the rapid development of thyristor static frequency converters, enumerate its application. Describes the theory of converting. For inverters of heating he shows two equipments, make acquainted with the frequency sharing and bridge inverters, the working state of them, control and protection circuits and the construction of such devices. Compared with the machine generator system he gives the advantages of inverters for heating. At least occupy with factors, which determine the application of them in the industry, remarking his opinion about the bright future of the thyristor inverter technology.



The expansion of the electronic material testing machines and the electronic scales and balances which can be calibrated and used generally set to new tasks the institutions and companies developing and manufacturing dynamometer (load) cells and electronic devices.
The study describes in detail the accuracy and the system engineering requirements, and lists factual cases representing the most advanced solutions. The most advanced Hungarian achievements of this technique are the dynamometer (load) cells Tensicell-HSP, the manual compensator Tensi-Master, the automatic compensator Tensiquant and the family of eletronic material testing machines Tensitest.



In the Power Current Research Institute was developed the universal telemechanical system TELEBUS, on behalf of the Electrical Equipment and Device Works. This system may be used for controlling very large extended and complicated processes, with or without the use of computer. In the development of this system preference was given to the requirements of the power industry, but it can be used on other fields too. The system TELEBUS and its units are of modular built-up, and because of this it can be extended very easily.



The temperature control of rooms today is a natural accompanion with every up to date heating system, as it is not only and advantageous comfort but it has also a convenient economy. This contribution gives an account over the two-range temperature control device developed through the Mechanical Measuring Instruments Work (MMG). It is dealt with its theoretical construction, working state, various electrical connection possibilities as well as with the experiences gained at the control measurements.

# СОДЕРЖАНИЕ



Динамичное развитие нефте- и газодобычия и химической промышленности, далее распространение электронных вычислительных машин, сделали нужным модернизацию измерительных чувствительных приборов. В статье дается обзор современных измерительных чувствительных приборов вибрационной системы, пригодных для промышленного измерения плотности жидкостей и газов, и с особым вниманием на отечественные разработки и применения.



На огне и взрывоопасных промышленных заводах является все чаще возникающей потребностью измерение плотности поточных материалов. В статье показывается система искробезопасного платномера.

Автор занимается точками зрения выбора метода защиты от взрывоопасности и построения искробезопасной измерительной цепи.

Дается описание системы для измерения массового количества в искробезопасном исполнении, построенной на основе изложенной системы плотнометра.



В статье излагаются те преимущества, которые показываются при цифровом регулировании тиристорных переключательных нагревателей, служащих для питания асинхронных приводных двигателей. Использованием примененной в технике вычислительных машин арифметики и интегральных схем можно добываться оптимальной эксплуатации асинхронных двигателей.



В статье дается информация о быстром развитии тиристорных статических преобразователей частоты, перечисляются области их применения. Излагается принцип преобразования. Показываются два инвертора для нагревания:
излагаются эксплуатация инвертора с делением частоты, работа мостового инвертора, круги регулирования и защиты, круги и исполнения этих устройств. По сравнении с системой двигателей-генераторов показываются преимущества нагревательных преобразователей. В конце автор занимается факторами, повлиявщими на их промышленное распространение, считая перспективной тиристорную технику преобразования.



Широкое распространение электронных дефектоскопов, а также выверяемых электронных весов общего назначения поставило новые задачи перед институтами, занимающимися разработкой и производством мессдоз и электронных устройств. Статья подробно описывает требования, предъявляемые в области точности и системотехники, приводя примеры по наиболее развитым решениям. Важнейшими достижениями ВНР в этой отрасли техники являются мессдозы системы Tensice II-HSP, ручной компенсатор Tensi-Master, автоматический компенсатор Tensiquant и семейство электронных дефектоскопов Tensitest.



В институте ВЕИКИ ведется разработка универсальной телемеханической системы TELEBUS по поручению Завода электрических приборов и оборудования.

Система TELEBUS пригодна для управления большими и сложными процессами. При разработке системы в превую очередь приняли во внимание требования электроэнергетической промышленности, но систему можно применить и в другой области. Система TELEBUS и ее блоки имеют модульное построение и это дает возможность на простое и многосторонее расширение системы.



Потребность в регулировании температуры помещений имеется уже во всех современных системах отопления, так как кроме точек зрения удобства большое значение имеет и положительное экономическое влияние регулирования температуры.
В статье детально излагаются принципиальное построение, эксплуатация, разные возможности электрического включения и опыт, накопленный в ходе контрольных измерений двухпозиционной системы для регулирования температуры, разработанного Заводом Механических Измерительных Приборов.

FELSŐVÁLYI GYÖRGY
(MMG - AM KFI)

# REZGŐRENDSZERŰ IPARI SŰRŰSÉGÉRZÉKELŐK

A kőolaj- és földgáztermelés, valamint a vegyipar dinamikus fejlődése, a számítógépek elterjedése szükségessé tette a mérőérzékelők korszerűsítését. A cikkben az áramló folyadékok és gázok ipari sűrűségmérésére alkalmas korszerű, rezgőrendszerű mérőérzékelőket tekintjük át, különösen a hazai fejlesztéseket és alkalmazásokat.

ETO: 531.75:681.53

## Ipari méréstechnikai feladatok

A kőolaj- és földgáztermelés rohamos növekedése, a vegyipar dinamikus fejlődése szükségessé tette az alkalmazott mérő és szabályozókörök korszerűsítését, az automatizáció megoldását. A számítógépek ipari elterjedésével egyidőben, illetve azt megelőzően, az információlánc primer műszereit, a mérőérzékelőket, távadókat alkalmassá kell tenni a megnövekedett feladatok ellátására.

A különböző vegyipari termékek minőségi és mennyiségi vizsgálatánál fontos ipari méréstechnikai feladat az üzemi sűrűségmérés. Folyadékok és gázok esetében, csővezetéken történő szállítás közben szükséges a folyamatos mérést biztosítani.

A kőolaj- és vegyiparban nagyértékű és nagymennyiségű termékek mérését kell üzembiztosan megoldani. Automatizáció, vagy elszámolás esetén egy-egy mérőkör meghibásodása, a mérési hiba növekedése súlyos károkat okozhat. Világszerte tapasztalható olyan törekvés, hogy e fokozott követelményeknek megfelelő új mérőérzékelőket hozzanak létre. Hazánkban az Országos Kőolaj- és Gázprogramhoz kapcsolódóan, illetve a program keretében került sor áramló folyadékok és gázok folyamatos ipari sűrűségméréséhez olyan mérőérzékelők kidolgozására, amelyek alkalmasak mérési, szabályozási és automatizálási feladatok megoldására, továbbá számítógépes jelfeldolgozásra.

## Sűrűségérzékelők gyakorlati megvalósítása, a mérőkörök felépítése

Az ipar sűrűségmérési feladatainak megoldására a legkülönbözőbb fizikai elven számos érzékelőkonstrukciót dolgoztak ki és jelenleg is elterjedten alkalmaznak. A kutatás megindítását megelőzően részletesen vizsgálták azokat a megoldásokat, amelyek az olaj- és vegyipar követelményeit kielégítik.

A külföldi tapasztalatokat és fejlesztési erőfeszítéseket figyelemmel kísérve úgy látszik, hogy hagyományos, évtizedek óta alkalmazott érzékelőket újabban frekvencia-kimenőjelet, vagy digitális kódot szolgáltató egységekkel egészítik ki, illetve olyan új fizikai elveket alkalmaznak a sűrűségérzékelők kidolgozásánál, amelyek közvetlenül frekvencia-kimenőjelet biztosítanak. Az a fizikai paraméter ugyanis, amely legnagyobb pontossággal mérhető és jeltovábbításnál, jelfeldolgozásnál nem veszít információtartalmából, az idő és a frekvencia.

Ennek megfelelően a rezgőrendszerű, frekvencia-kimenőjelű sűrűségérzékelő kidolgozása a cél. A rendszer kitűnő stabilitással, kis pontatlansággal rendelkezik, nagynyomású folyadékok és gázok sűrűségmérésére alkalmas, méréstartománya folyamatos. A mérőérzékelő kisméretű, kis súlyú, bármilyen helyzetben felszerelhető, robusztus, mozgó alkatrészt nem tartalmaz, az áramlási sebesség változására érzéketlen. A mérőérzékelő frekvencia-kimenőjele négyszögimpulzus-sor, ami biztosítja az átvitel valamennyi előnyét, zajérzéketlenséget és a digitális feldolgozás lehetőségét.

A mérőkörök felépítésüket tekintve a csővezetékbe közvetlenül beépített mérőérzékelőből, gyújtószikramentes tápegységből, szikragátból és jelfeldolgozó—kijelző elektronikus egységből állnak.

A sűrűségérzékelő egyik fontos felhasználása a csővezetékeken áramló közegek tömegmérésénél van. A mérőkörben valamilyen áramlásmérővel — a frekvencia-kimenőjel miatt célszerűen turbinás áramlásmérővel —

mérik az átáramlott térfogatot, sűrűségérzékelővel a közeg pillanatnyi sűrűségét. A két érzékelő frekvenciajelét tömegszámító elektronikus egységbe vezetik, amely a sűrűséget, ill. a pillanatnyi tömegáramot jelzi ki.

## Rezgőrendszerű sűrűségérzékelők különböző akusztikai megoldásai

Az az elgondolás, hogy valamely rezgőrendszer rezonanciafrekvenciájából annak tömegére következtessünk, nem új. Több mint ötven éve javasolták, hogy ilyen módon határozzák meg a sűrűséget. A digitális technika azonban csak ma teszi lehetővé, hogy ezen az elven olyan nagypontosságú műszert szerkesszünk, amely a hagyományos sűrűségmérési módszereket messze túlhaladja.

A rezgőrendszerű sűrűségérzékelők működési elvét ismertnek tekintjük, ennek tárgyalására nem térünk ki. Akusztikai szempontból áttekintjük azonban azokat a megoldásokat, amelyek az iparban alkalmazott mérőérzékelőkben megvalósultak:

— hangvilla
— rezgőlemez
— üvegkapilláris
— rezgőhenger, ill. ikerhenger.

Valamennyi megoldás azt a jólismert fizikai elvet használja fel, hogy bármely akusztikus rezgőrendszer tulajdonságait az őt körülvevő közeg fizikai tulajdonságai befolyásolják. Eltérnek azonban az egyes megoldások egymástól abban, hogy milyen rugalmas, szilárd testet használnak fel rezgő elemként.

### Hangvilla

A fizikai akusztika első megfelelő stabilitású és jól kezelhető rezgésforrását, a hangvillát J. Shore találta fel a XVIII. sz. elején. Ezzel végezték a rendszeres kísérleti rezgéstani vizsgálatokat, így erre vonatkozóan álltak rendelkezésre a gyakorlati és elméleti eredmények.

A hangvillarezgések első közelítésben a rudak rezgéselméletével tárgyalhatók. A felhangok az alaphanghoz nem harmonikusak, kialakítása nem kedvez a felharmonikusok keletkezésének, megfelelő gerjesztéssel csak az alaphang gerjeszthető. Ez önmagában is kedvező a konstrukció szempontjából, mint ez a későbbiekben kitűnik. A hangvilla frekvenciaállandósága igen nagy, ha invar fémből készítik, a frekvencia-eltérés nem haladja meg a $10^{-6}$ nagyságrendet.

A hangvilla a levegő sűrűségváltozásának hatására kismértékű, de pontosan definiálható frekvenciaváltozást szenved, ezért hermetikusan zárt tokban hozzák forgalomba. A frekvencianormália esetében e káros jelenséget használták fel a BASF-nél kidolgozott gázsűrűségmérő konstrukciónál. Rezgő elemül hangvillát építettek tengelyirányban egy nyomócsőbe és elektromágneses gerjesztéssel állandó rezgésben tartják. A közeg hatására létrejövő frekvenciaváltozás mértéke a hangvilla és a vele csatolásban levő közeg tömegarányától függ. Így a hangvillát titánból készült csatoló elemekkel látták el, megnövelve ezzel a rendszer sűrűségérzékenységét.

### Rezgőlemez, mint sűrűségérzékelő elem

A lemezek rezgései a technikai akusztikában fontos szerepet játszanak, mert mind a mikrofonok, mind a hangszórók és számos hangszer ilyen elemeket tartalmaz. A lemezek rezgéseinél a felhasználás szempontjából különbözőképpen befogott és különböző alakú lemezek hajlítási rezgései a legfontosabbak. Az ezeket leíró differenciálegyenletek a rudakéhoz hasonlóak és megolásuk Bessel-függvényekhez vezet.

Hajlítási rezgéseknél a felhangok nincsenek harmonikus viszonyban az alaphanggal, ill. egymással. Négyzetalakú, két szemközti oldala mentén befogott lemezt alkalmaz az ITT Barton cég sűrűségérzékelőjében rezgő elemként. A lemezt alapfrekvenciáján hajlítási rezgésekre kényszerítik. A kitérés fél sinus-hullám, a rögzítési pontoknál levő csomóponttal. Vékony lemezek esetére a közeg és a lemez kölcsönhatására vonatkozó rezgésegyenletekből közelítően adódik, hogy a rezgés frekvenciája:

$$f = \frac{f_0}{\left[1 + \frac{\varrho}{\varrho_\ell} \cdot \frac{a}{h}\right]^{\frac{1}{2}}}$$

ahol $\frac{\varrho}{\varrho_\ell}$ a közeg és a lemez sűrűségaránya, $\frac{a}{h}$ a lemez hossz-vastagság aránya, $f_0$ a lemez frekvenciája vákuumban.

A rezgések gerjesztését magnetostrikciós, a detektálást piezolektromos úton végzik. Az érzékelő kialakítása mindenben megfelel az ipari méréstechnika követelményeinek.

### Sűrűségérzékelő üvegkapillárissal

A grázi Műegyetemen (ANTON—PAAR) üvegből készült kapilláriscsővel, mint rezgő elemmel dolgoztak ki sűrűségérzékelőt. A rezgőrendszert az U-alakú üvegcső képezi, amely hajlítási rezgéseket végez. A csomópont a rezgő elem tömegéhez képest végtelen tömegűnek tekinthető — a rögzítést biztosító — fémtömbnél van.

Ha a rezgő elem tömege homogén eloszlású és végtelennek tekinthető tömegre van felfüggesztve, a rezgőrendszer mozgásegyenleteit a klasszikus tömeg-rugó modell írja le. Mivel ebben az esetben a rezgésben részt vevő tömeget az üvegkapilláris tömege és a benne levő közeg tömege együttesen jelenti, a rezgés frekvenciája és a közeg sűrűsége közötti összefüggés viszonylag egyszerűen adódik a rugó-tömeg modell önfrekvencia-összefüggéséből, amely szerint:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{C}{M_{ü} + \varrho V}}$$

Ahol $M_{ü}$ az üveg rezgő tömege, $\varrho$ és V a közeg sűrűsége és térfogata, C a rugóállandó.

A rezgési amplitúdónak konstansnak kell lennie és nem haladhatja meg az 0,1 mm-t. A C rugóállandó csak ilyen viszonyok között nem függ a frekvenciától.

A rezgés gerjesztését és detektálását az üvegcső végére rögzített ferromágneses rudacska és elektrodinamikus elven működő tekercsrendszer segítségével oldják meg. A gerjesztést digitális elven működő elektronikus egység végzi és ezzel biztosítható, hogy a rezgőrendszer igen kis, $10^{-6}$ nagyságrendű frekvenciahibája nem romlik.

Megfelelő termosztatizálás esetén a teljes sűrűségmérő műszerrel ezt az igen kis hibát garantálják.

**Rezgőhenger és rezgő ikerhenger**

Csővezetékben áramló folyadékok és gázok sűrűségmérésénél légkézenfekvőbb csőalakú rezgő elemet választani. Gázok sűrűségmérésére a Solartron cég dolgozott ki először iparilag használható rezgőhengeres sűrűségérzékelőt. A mérendő gáz a vékony falú rezgőhenger külső és belső felülete mentén folyamatosan áramlik. A rezgőhengert a belsejében elhelyezett elektromágneses gerjesztő és detektáló rendszerrel gyűrű alakú radiális rezgésre gerjesztik. Folyadékok mérésére az előzőtől eltérő konstrukciót, kettős ikerhengert alkalmaznak rezgőelemül. A mérendő folyadék az áramlástanilag párhuzamosan kapcsolt hengerek belsejében áramlik.
A hengereket kívül elhelyezett elektromágneses gerjesztő és detektáló egység tartja állandó rezgésben. A két henger egymáshoz képest ellenkező fázisban rezeg.

## A Densiton folyadék- és gázsűrűségérzékelők felépítése

A Densiton sűrűségérzékelők érzékelő elem gyanánt rezgőhengert tartalmaznak. A mérőtéren kívül elhelyezett elektromágneses gerjesztés és detektálás hatására a henger gyűrűalakú radiális rezgést végez. A mérendő közeg a rezgőhenger külső és belső felülete mentén áramlik keresztül.

### *Henger alakú héj dinamikus viselkedése véges akusztikus közegben*

A rezgőrendszerű sűrűségérzékelők ipari kiviteleiben a rezgőhengernek, mint érzékelő elemnek van a legnagyobb jelentősége, ezért ennek akusztikus problémáival részletesebben foglalkozunk. A rezgőhenger átmérő-falvastagság arányait tekintve hengeralakú héjnak tekinthető. Akusztikus szempontból a Densiton rezgőhengere egyik végén befogott, másik végén szabad, a rezgő tömeghez képest végein végtelennek tekinthető tömeggel ellátott, hengeralakú héj, amely véges kiterjedésű akusztikus közegbe merül.
A vákuumban rezgő héj dinamikus viselkedése lényegesen megváltozik, ha azt valamilyen közegbe helyezzük, különösen akkor, ha tömegéhez képest nagy felülete érintkezik a közeg részecskéivel. Ha egy külső erő hatására a héjat rezgésre késztetjük, a közegben zavarási állapot jön létre és hang keletkezik. A hangsugárzással együtt létrejön a rugalmas közeg visszahatása a héjra, amely elsősorban a csillapításban és a rendszer dinamikus karakterisztikájának megváltozásában jelentkezik. [1, 2]
A héj—közeg csatolt rezgőrendszer axiális, tangenciális és radiális elmozdulásait leíró differenciálegyenletek meglehetősen bonyolultak és megoldásuk csak megfelelő elhanyagolásokkal lehetséges. A probléma abból ered, hogy a héjat és a közeget jellemző összefüggések reaktív és rezisztív kifejezései maguk is függnek a frekvenciától.
Ezen összefüggések részletes tárgyalása helyett, erősen egyszerűsített formában a csatolt rezgőrendszer azon összefüggéseit vizsgáljuk, amelyek a sűrűségmérés hatásmechanizmusát világítják meg.
A rezgés gerjesztése és detektálasa egyszerű kialakítással és jó jel/zaj viszonnyal úgy valósítható meg legkönnyebben, ha a hengert gyűrűalakú kerületi rezgésekre gerjesztjük.
A hengerpalást felületén kialakuló hullámok száma — a rezgési csomópontok száma — szerint különböztetjük meg a kerületi rezgés alap ($n = 2$), első felhang ($n = 3$) második felhang ($n = 4$) stb. frekvenciáját. Nem beszélhetünk felharmonikusokról, ugyanis a rezgő héjak felhangjai, módusai nincsenek egymással harmonikus viszonyban.
Természetesen a rezgőhenger a kerületi rezgés radiális elmozdulásai mellett, longitudinális és tangenciális elmozdulásokat is végez. Ha a különböző elmozdulásokat és a közeg hatását leíró differenciálegyenletek önfrekvenciákra kapott megoldásaiban elhanyagoljuk a magasabb módusokat, egyszerűbb közelítő megoldást kapunk. Ebben az összefüggésben a közeg hatását, mint „virtuális tömeget" vehetjük figyelembe, ami a fizikai interpretációt könnyebbé teszi.
Tételezzük fel, hogy a rezgő héjat a körülvevő közeg $P_z$ terheléssel befolyásolja. $P_z$ két komponensből tevődik össze. $P_0$ a folyadék állandó hidrosztatikus nyomásából származó erő és $P_1$ a változó rész, amely a rezgő héj és a vele együtt rezgő folyadék kölcsönhatásából ered.

$$P_z = P_0 + P_1$$

A változó komponenst felírhatjuk:

$$P_1 = -m_v \left( \frac{d^2 W}{dt^2} \right)$$

ahol W a radiális elmozdulás, $m_v$ a héj egységnyi felületének tömegéhez hozzáadódó virtuális tömeg, t az idő.
A mozgásegyenletek felírását mellőzve azok megoldása a fenti kifejezés felhasználásával a rezgés körfrekvenciájára:

$$(m + m_v)\, w^2 = \frac{Eh}{a^2} \cdot \frac{(\pi/L)^4}{[(\pi/L)^2 + (n/a^2)]^2}$$

Ahol „m" a héj tömege, E, a, h, L rugalmassági állandója, sugara, vastagsága és hossza, „n" a módusszám.
Az egyenlet jobboldalán csak a héj fizikai állandói és állandó értékek szerepelnek, amelyeket közös Y-al jelölve kapjuk, hogy:

$$( m + m_v ) w^2 = Y$$

melyből a jólismert összefüggés adódik:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{Y}{m + m_v}}$$

E szerint a héj önfrekvenciája csökken, ha a közeg tömege és — mivel a térfogat állandó — a sűrűsége növekszik. Másrészt a közeg sűrűségváltozásának megfelelő frekvenciaváltozást közelítőleg úgy jellemezhetjük, hogy a megváltozott frekvencia egyenlő annak a rezgőhengernek vákuumban mért frekvenciájával, amelynek tömege megnőtt egy látszólagos tömeggel, mely a vele együttrezgő közeg tömegének felel meg.

Ebből látható, hogy a rezgőhenger felületét nagyra kell választani, hogy az együttrezgő tömeg nagy legyen. A henger tömegét lehetőleg csökkenteni kell, hogy viszonylag kis sűrűségváltozásra nagy frekvenciaváltozást kapjunk, nagy legyen a sűrűségérzékelő érzékenysége. Ezen részben ellentmondó követelményeket a rezgőhenger tervezésénél a mérési feladatnak megfelelően vesszük figyelembe.

A rezgőhenger tervezése egyébként a mozgásegyenletekből levezetett, a közeg és a héj fizikai paramétereit tartalmazó összefüggésekből lehetséges.

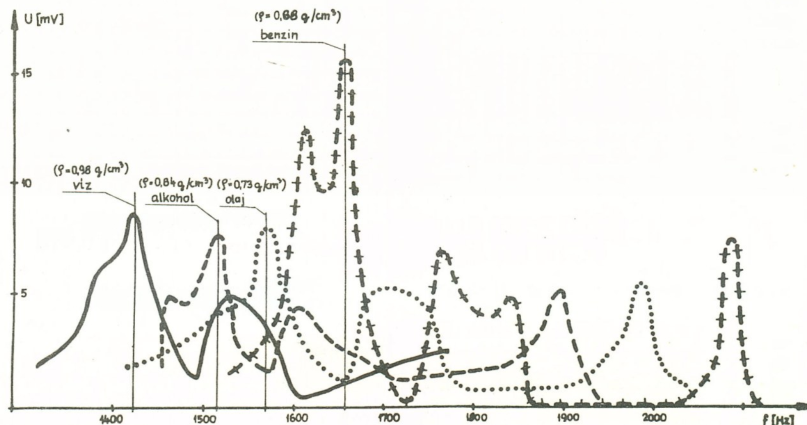
henger első, második és harmadik módusának frekvenciája. Látható a különböző sűrűségű közegekbe merített rezgőhenger önfrekvenciájának változása. Megfigyelhető továbbá az egyes közegek eltérő viszkozitásából eredő csillapítás változása.

Ezek a mérési eredmények igen fontosak a rezgőhenger konstrukciója szempontjából, ugyanis viszonylag egyszerű módon szemléltethető a henger viselkedése az akusztikus közegben. A magasabb rendű módusok amplitudója és egymástól való frekvenciatávolsága felvilágosítást nyújt arra, hogy az érzékelő mennyire érzékeny az úgynevezett módusugrásra, amikoris a rezgés frekvenciája nem monoton változik a sűrűséggel, hanem valamilyen magasabb módusban következik be. Ez természetesen az érzékelőt mérésre alkalmatlanná teszi.

A gerjesztő és detektáló rendszer, valamint ezek egymáshoz és a rezgőhengerhez való viszonya nagymértékben befolyásolják ezen görbesereg alakulását. Így ismételt mérések ábrázolásával a teljes rendszer vizsgálható és a változtatások eredménye lemérhető.

*Densiton differenciál sűrűségérzékelők*

A jelfeldolgozó elektronikus egység egyszerűsítése és a hőmérséklethatárok kiterjesztése érdekében kidolgozásra került olyan frek-




1. ábra

Az 1. ábra a Densiton rezgőhengerével végzett mérések eredményeit szemlélteti. A rezgőhenger rezgési amplitudójával arányos villamos feszültség és a frekvencia értékeit ábrázoltuk különböző sűrűségű közegekben. Az ábrából leolvasható valamely közegben rezgő

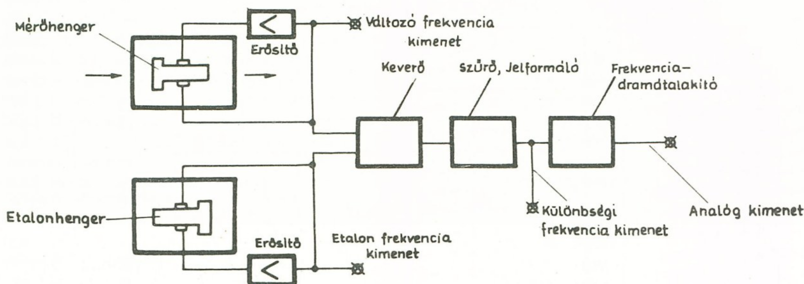
vencia-kimenőjelű sűrűségérzékelő is, amely két rezgőrendszert tartalmaz. Az egyik rezgőrendszer érzékelő eleme a mérendő közeggel érintkezik, és a sűrűségváltozásra változtatja a frekvenciáját. A másik rezgőhenger zárt térben helyezkedik el, rajta a mérendő közeg

nem áramlik keresztül. Mindkét rezgőhengert rezgésben tartjuk. A lezárt, referencia rezgőhenger frekvenciáját alkalmas módon tetszés szerint változtathatjuk, beállíthatjuk például úgy, hogy a két henger önfrekvenciája vákuumban éppen egyforma legyen.

Az érzékelő blokkvázlata a 2. ábrán látható.

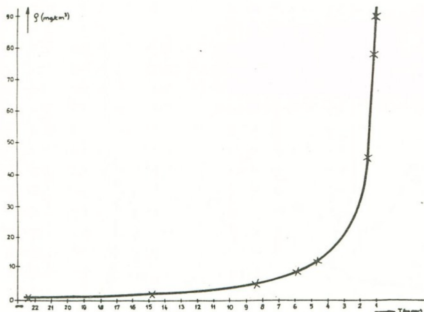
ben kalibrált — Deprez-műszer részére, frekvencia-áram átalakító után a sűrűségnek megfelelő analóg jel áll rendelkezésre.

Az érzékelő tömegáramlás-mérőkörben való alkalmazásánál jelentős előnyöket jelent a sűrűség növekedésével nullától növekvő, különbségi frekvenciajel.




2. ábra

A két henger önfrekvenciájának megfelelő jeleket nonlineáris keverőegységben összekeverjük, majd szűrés és jelformálás után rendelkezésre áll a két rezgésfrekvencia különbsége. Abban az eesetben, ha a két rendszernek vákuumfrekvenciája azonos, úgy a kimenő különbségi jel frekvenciája a sűrűség növekedésével nullától monoton növekedni fog. Ez a jelfeldolgozó elektronikus egységek és a kijelzés szempontjából jelent nagy előnyt.



3. ábra

Az így kialakított differenciál-sűrűségérzékelőnek több kimenete van, amely lehetővé teszi a mérési feladatnak leginkább megfelelő jelfeldolgozó egység használatát. A különbségi frekvencia-kimeneten túl analóg szabályozó körök, regisztrálók, vagy egyszerű sűrűségérték-kijelzés esetén — sűrűségértékek-

A 3. ábrán a differenciál-sűrűségérzékelő sűrűség-periódusidő jelleggörbéjét ábrázoltuk, amelyből kitűnik, hogy például alacsony nyomású gáz mérésénél (10 att-ig) a karakterisztika lineárisnak mondható.

Ebben a tartományban a periódusidő százalékos változása többszöröse az egy rezgőrendszert tartalmazó érzékelő jelének periódusidő változásához képest.

Lehetőség van arra, hogy a referencia-rezgőhenger megfelelő beállításával a mérési feladattól függő, tetszőleges munkapontot állítsunk be és kihasználjuk a karakterisztika kezdeti szakaszának valamennyi előnyét.

A 4. ábrán a differenciál-sűrűségérzékelő látható.




4. ábra

**Rezgőrendszerű sűrűségmérő felhasználása az olajiparban**

Az eddigi tapasztalatok szerint a sűrűségmérés kis pontatlanságot biztosító és korszerű jelrendszerű sűrűségérzékelőit elsősorban az olajipar igényli. Ezért első beépítéseinket is a magyar olajipar fellegvárában, a Dunai Kőolajipari Vállalatnál végeztük. A 2 millió

tonna/év kapacitású desztillációs üzem egyik végtermékének tömegét mértük folyamatosan, miközben csővezetéken a tároló tartályokba juttatják.
A csővezeték főágába épített turbinás áramlásmérő méri az átáramlott benzin térfogatsebességét, a mellékágba épített Densiton sűrűségérzékelő a sűrűségét. Gyújtószikragátakon keresztül a frekvenciajelek a műszerteremben elhelyezett tömegszámítóegységbe jutnak, amely kijelzi az átáramlott tömegsebesség, és a sűrűség pillanatértékét és elektromechanikus számlálón rögzíti a benzin tömegét, tonnában.
A 3 millió tonna/év kapacitású üzemrész, amely 1972. nov. 7-én kezdte a próbaüzemet már teljes egészében az előzőeknek megfelelő tömegmérőkörökkel van ellátva.
A Barátság II. Kőolajvezeték Százhalombattára érkező végén 8"-os turbinás áramlásmérő és sűrűségérzékelő méri az érkező nyersolaj tömegét. Az egyes desztillációs termékeket ugyancsak tömegmérőkörök mérik. A műszerteremben 8 db számítóegységen az üzem különböző késztermékeinek tömege leolvasható.
A közeljövőben a finomítóhoz csatlakozó tartálypark 20 mérőhelyére hasonló elrendezésű, Densiton sűrűségérzékelőt tartalmazó tömegmérőkör kerül beépítésre.

Kivitelezés alatt áll az ÁFOR részére egy országos kőolajtermék vezetékrendszer, amely távvezetékkel köti össze az olajfeldolgozó üzemeket és a felhasználó bázistelepeket. A szállítás automatizálására és a szállított termékek elszámolására ugyancsak Densiton sűrűségérzékelőket tartalmazó tömegmérőköröket helyeznek üzembe.
A Tiszai Olajfeldolgozó üzemnél és az OLEFIN Program keretében épülő vegyiüzemnél ugyancsak 24 db tömegmérőkört helyeztek üzembe DENSITON sűrűségérzékelőkkel, amelyek a termékek elszámolási alapját fogják képezni.
A hazai felhasználásokon túlmenően több külföldi ország is, elsősorban a Szovjetunió, mint legnagyobb felhasználó igényli olaj- és gázprogramjához a korszerű mérőberendezéseket.

**Irodalom**

[1] BRESZLAVSZKIJ: Hidrosztatikus nyomás alatt levő hengeres héjak önrezgései.
IZVESZTIJA AN SZSZSZR OTN N. 12 (1956.)
[2] G.HERRMANN: VIBRATION OF THIN SHELLS UNDER INITIAL STRESS.
JOURNAL OF THE ENGINEERING MECHANICS DIVISION. 1965. okt.



## Beszámoló a Pneumatika—Hidraulika '75-ről

A Gépipari Tudományos Egyesület Automatizálási Szakosztálya a Győri Területi Szervezettel közösen rendezett PNEUMATIKA—HIDRAULIKA '75 kiállítás és konferencia sikerrel zárult.

A konferencián több mint 400-an vettek részt. tárgykörben — folyó előadásokat hazai és A két szekcióban — pneumatika és hidraulika külföldi — angol, bolgár, csehszlovák, dán, japán, kanadai, lengyel, NDK és NSZK-beli osztrák, svéd szakemberek tartották.

Mindkét témakörben számos előadás hangzott el az elemtechnikáról, rendszertechnikáról, ipari alkalmazásokról, valamint a pneumatikát és hidrulikát érintő kutatásokról. Ezek alapján a résztvevők képet kaptak a pneumatika és hidraulika jelenlegi helyzetéről és tendenciáról. Megismerkedhettek az új irányzatokkal, a pótlólagos automatizálás számos lehetőségével, gazdasági problémákkal.

Egyes előadók egy-egy iparágról adtak átfogó képet a pneumatikát és hidraulikát illetően. Igen nagy érdeklődés kísérte az előadásokat követő filmvetítéseket és kerekasztal megbeszéléseket. A kerekasztal megbeszéléseket a pneumatika és hidraulika területét legjobban ismerő, leghivatottabb szakemberek vezették és igyekeztek a felmerülő elméleti, és gyakorlati kérdésekre megfelelő választ adni az érdeklődőknek.

A résztvevők nagy száma és a megbeszéléseket kísérő nagy érdeklődés is bizonyítja, hogy a pneumatika és hidraulika napjainkban egyre nagyobb szerepet kap az ipar majdnem minden területén. Egyre több a speciális felhasználási terület és az egy-egy konkrét feladathoz adaptált rendszer.

Összegezésül elmondható, hogy a három évenként megrendezésre kerülő nemzetközi hidraulika-pneumatika konferencia és kiállítás idei eseménysorozata sikerrel zárult.
Az előadások anyag nyomtatásban is megjelent.


mmG
AM

MELICH ISTVÁN
(MMG - AM KFI)

# SŰRŰSÉGMÉRÉS ROBBANÁSVESZÉLYES TEREKBEN

**A tűz- és robbanásveszély miatt az ipari üzemekben is egyre gyakrabban jelentkező igény az áramló anyagok sűrűségének mérése. A cikk egy gyújtószikramentes sűrűségmérő rendszert ismertet.**
**Foglalkozik a robbanásbiztos védelmi mód és a gyújtószikramentes mérőkör felépítésének és kiválasztásának szempontjaival.**
**Leír egy — az ismertetett sűrűségmérő rendszer segítségével kialakított — gyújtószikramentes kivitelű tömegmennyiségmérő rendszert.**

ETO: 531.75:62—213.34

Az utóbbi időben rohamléptekben fejlődő és korszerűsödő ipari méréstechnikában egyre gyakrabban jelentkező igény az áramló folyadékok és gázok sűrűségének mérése. A mérési feladat megoldását megnehezíti, hogy sűrűségmérésre leggyakrabban — mondhatni szinte kizárólagosan — vegyiparban, vagy a földgáz és olajiparban van szükség. Közismert, hogy ezekben az iparágakban feldolgozott, illetve felhasznált anyagoknak levegővel alkotott keveréke robbanásveszélyes. Ezért az ilyen üzemrészekben, illetve térségekben csak olyan villamos készülékeket szabad alkalmazni, amelyek ezt a robbanásveszélyes keveréket nem képesek begyújtani, azaz nem szerepelnek a robbanásveszélyes térben veszélyforrásként.

## A védelmi mód megválasztása

A szakirodalomból, illetve az MSZ 4814/1 magyar szabványból ismeretes, hogy robbanásbiztos villamos készüléket sokféle (8—9) védelmi módban lehet elkészíteni. Az ipari méréstechnikában ezek közül mindössze két-három megoldási módot alkalmaznak. Ha a különböző védelmi módokat összehasonlítjuk[1] látható, hogy a gyújtószikramentes kivitel az a védelmi megoldás, amelyik a méréstechnikában a legelőnyösebben alkalmazható. Ezért választottuk a sűrűségmérő rendszer robbanásbiztos kialakítására a gyújtószikramentes védelmi megoldást.

A gyújtószikramentes mérőrendszerek a készülékek kivitelétől és elhelyezésétől függően többféle módon építhetők fel [1]. A gyújtószikramentes sűrűségmérő rendszer felépítését a következő szempontok figyelembevételével választottuk meg.

### *Alkalmazási hely*

A mérőrendszert az olajipar igényére fejlesztettük ki. A nyersolajfeldolgozó és finomító üzemekben — de az egyéb vegyipari üzemekben is — kivétel nélkül találunk olyan robbanásveszélytől mentes helyet, ahová a mérőrendszer egyes, nem robbanásbiztos készülékeit elhelyezhetjük. Ez vagy a gyár, vagy az egyes gyáregységek központi vezérlő terme, illetve mérőszobája, vagy ha ilyen esetleg nincs, akkor túlnyomásos szellőzésű tokozások, szekrények. Ezekre a robbanásveszélyes térségek egyéb villamos berendezéseinek — szabályozó, kapcsoló, ellenőrző, vezérlőberendezések — elhelyezése miatt van szükség. Ezeket a villamos egységeket ugyanis sokkal egyszerűbb normál, nem robbanásbiztos kivitelben elkészíteni és a robbanásbiztonságot a robbanásveszélyes anyag kizárásával elérni. Figyelembe vettük azt is, hogy egy korszerű nagyüzem ma már célszerűen számítógépes adatfeldolgozással, illetve irányítással rendelkezik, ami központi vezérlőhelyiség jelenléte nélkül elképzelhetetlen.

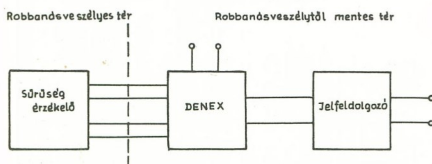
### *Jelfeldolgozás*

A mérőrendszer sűrűségérzékelője által szolgáltatott jelet olyan jelfeldolgozóban kell hasznosítani, amely az adott pillanatnyi sűrűséget kijelzi, térfogatméréssel összekapcsolva a pillanatnyi tömegáram jelzésére és az átáramlott teljes tömegmennyiség digitális kijelzésére is alkalmas. További feldolgozás — számítógépes adatrögzítés, ill. folyamatirányítás, regisztrálás, szabályozás — céljára a mért jellemzővel arányos egységes áram, vagy feszültségjel előállításáról gondoskodik. Mindezek alapján a jelfeldolgozó egység a

szükséges tápenergia nagysága miatt gyújtószikramentes kivitelben elképzelhetetlen.

*Gyújtószikramentes kivitel*

Ezen szempontoknak megfelelően a robbanásveszélyes térségek sűrűségmérési feladatainak megoldására gyújtószikramentes védelmi módú, vegyeskivitelű mérőrendszer megvalósítását választottuk. A robbanásveszélyes térségben, zárt csővezetékben kerül felszerelésre a gyújtószikramentes sűrűségérzékelő. A mérőérzékelő által szolgáltatott jelet nem robbanásveszélyes helyen elhelyezett normálkivitelű jelfeldolgozó hasznosítja. A két egység gyújtószikramentes összekapcsolását egy vegyes kivitelű készülék biztosítja, amely szintén a nem robbanásveszélyes helyen kerül felszerelésre. A mérőrendszer blokkvázlata az 1. ábrán látható.




1. ábra: Gyújtószikramentes sűrűségmérő blokkvázlata

A gyújtószikramentes rendszerek, ill. gyártmányok két biztonsági osztályba és négy gázcsoportba sorolhatók. A megvalósított biztonsági szint szempontjából megkülönböztetünk

I. gyújtószikramentes osztályt

II. gyújtószikramentes osztályt.

A robbanóképes gázkeverék gyúlékonysága szempontjából

Metán (M)

Pentán (P)

Etilén (E)

Hidrogén (H)

gázcsoportokat.

A két besorolás együttesen határozza meg a gyújtószikramentes gyártmányt. A gyártmány osztályjelölése a megengedhető robbanásveszély fellépésének mértékére utal. Ismeretes, hogy az MSZ 1600/8 lap-6 szabvány a robbanásveszélyes térségeket öt villamos veszélyességi fokozatba sorolja.

A legveszélyesebb az 1-es jelölésű fokozat, ahol „A", vagy „B" tűzveszélyességi osztályú robbanásveszélyes anyag (gáz, vagy gőz) veszélyes mértékű állandó, vagy időszakos jelenlétével üzemszerűen számolni kell. A további fokozatok egyre kevésbé veszélyes térségeket jelölnek [6]. De e fokozatok közös jellemzője, hogy a robbanásveszélyes anyag veszélyes mértékű jelenlétével üzemszerűen nem kell számolni. Kivétel ez alól a B—3 villamos besorolású térség, amelyik viszont robbanásveszélyes porokra vonatkozik.

A II. gyújtószikramentes osztályú gyártmány teljesíti a magasabb biztonsági szintű szigorúbb követelményeket. Az ilyen kivitelű gyártmányt bármilyen robbanásveszélyes üzemben lehet alkalmazni. Az alacsonyabb biztonsági szintű I. osztályú gyújtószikramentes gyártmányt az A—1, B—1 villamos besorolású térségekben nem szabad alkalmazni. Az erre vonatkozó utalást adó MSZ 1600/8—67K (1972) szabványkiegészítés a 3.31 szakaszában sajnálatos módon hibásan pont fordítva írja ezt elő. [7]

A gyújtószikramentes gyártmány alkalmazhatóságát az is meghatározza, hogy az milyen gázcsoportra készült. A gázcsoportok közül a metán a legenyhébb, a hidrogén a legszigorúbb követelményű. Mindezek alapján, ha egy gyújtószikramentes gyártmány II. gyújtószikramentes osztályú és hidrogén gázcsoportú, akkor az bármilyen robbanásveszélyes üzemben alkalmazható a robbanásveszély fokától és a robbanásveszélyt előidéző anyagtól függetlenül.

Figyelembe kell venni azonban, hogy minél szigorúbb gyújtószikramentes követelményt teljesít a gyártmány, annál alacsonyabbak a gyártmány lehetséges villamos paraméterei. Csökkennek a készülékben megengedhető feszültség- és áramértékek és a készülék elkészítése egyre nehezebbé válik. Telepítési szempontból talán a legnagyobb hátrány, hogy csökkennek az energiatárolók (kapacitások, induktivitások) megengedhető értékei. Ennek következtében a gyújtószikramentes készülékekre ráköthető kábelkapacitások és ennek megfelelően a kiépítési távolságok. Ha ezt jobb minőségű (alacsonyabb fajlagos kapacitású) kábel alkalmazásával igyekszünk kompenzálni, akkor — figyelembe véve a többszáz méteres kiépítési távolságokat — a költségek fognak igen erősen növekedni.

E néhány szempont is jól mutatja, hogy egy gyújtószikramentes mérőrendszer kialakításánál célszerű figyelembe venni, hogy az hol kerül, illetve kerülhet alkalmazásra. Ennek megfelelően olyan gyújtószikramentes védelmi módozatokat kell választani, ami a robbanásveszélyes térséghez szükséges. Így mind a gyártmány tervezése és gyártása, mind annak alkalmazása, telepítése célszerűbben és egyszerűbben megoldható. Utalunk itt a lapunkban is megjelent vonatkozó irodalomra [2].

A sűrűségmérő rendszer gyújtószikramentes kivitelének megválasztásánál — tekintettel arra, hogy azt szinte kizárólagosan az olajiparban és zárt csővezetékbe beépítve alkalmazzák olyan helyeken, ahol üzemszerűen robbanásveszély nincs — az I. osztály és az E gázcsoport mellett döntöttünk.

## A mérőrendszer felépítése

A gyújtószikramentes sűrűségmérő rendszer az előbb vázolt elveknek megfelelően 3 egységből áll.

1. Sűrűségérzékelő
2. A gyújtószikramentes táplálást és illesztést biztosító DENEX készülék.
3. Jelfeldolgozó egység, vagy számítógép

### Sűrűségérzékelő

A DENSITON márkanevű sűrűségérzékelő részletes ismertetése Felsőváyi György: Rezgőrendszerű ipari sűrűségérzékelők című cikkében, valamint a [3] és [4] irodalmi utalásokban található meg. Ezért a jelen cikkben csak azokat a problémákat tárgyaljuk, amelyek a gyújtószikramentes kialakítás során merültek fel, illetve a gyújtószikramentes felépítést meghatározzák, vagy befolyásolták.

A sűrűségérzékelő egy rezgőnyelves, távadós, a mért sűrűséggel arányos frekvenciajelet szolgáltató készülék.

Mint többfokozatú tranzisztoros és integrált áramkörös villamos egységnek pozitív és negatív tápfeszültség-ellátásra is szüksége van. Ennek megfelelően az érzékelő gyújtószikramentes táplálásáról, valamint kimenő frekvenciajelének gyújtószikramentes csatolásáról kellett gondoskodni.

A gyújtószikramentes kialakítás szempontjából a rezgőnyelv adó és vevő tekercsének meglehetősen nagy az induktivitásértéke, valamint a nagy kapacitású hidegítő és csatoló kondenzátorok komoly nehézséget jelentettek. Az energiatároló elemek hatását korlátozó elemek beépítésével csökkentettük a megengedett gyújtási energiaszintek alá. Az adótekercs áramát soros áramköri elemek beiktatásával, a vevőtekercs energiáját párhuzamosan kötött diódával, a kapacitások kisütési energiáját soros ellenállások beiktatásával korlátozzuk. Figyelembe véve, hogy ezen korlátozó elemek kiiktatása, nem megfelelő értékre történő cseréje az érzékelő gyújtószikramentességét megszüntetheti, a távadó áramköreit szerelés és bemérés után hidegen keményedő epoxigyantával kiöntöttük. Így a villamos elemekhez hozzáférni később nem lehet, az energiatároló és a korlátozó elemek elválaszthatatlan egységet alkotnak. Az epoxigyantás kiöntés a készülék méreteit is előnyösen befolyásolja, hiszen a megkövetelt kúszóáramutak és légközök 1/3-ukra csökkennek. Az áramköri elemeknek — a nehéz ipari mikroklímát figyelembe véve — ez egy további védelmet is jelent, ami végső soron a készülék megbízhatóságát, üzembiztonságát is kedvezően befolyásolja.

### DENEX-készülék

A sűrűségérzékelő gyújtószikramentes táplálását, valamint kimenő frekvenciajelének a jelfeldolgozóhoz történő gyújtószikramentes illesztését biztosítja a DENEX márkanevű, EI—5 típusú készülék. Ez a készülék két, egymástól független egységből épül fel:

— stabilizált tápegység
— szikragát.

A készülék elvi kapcsolási rajza a 2. ábrán látható.

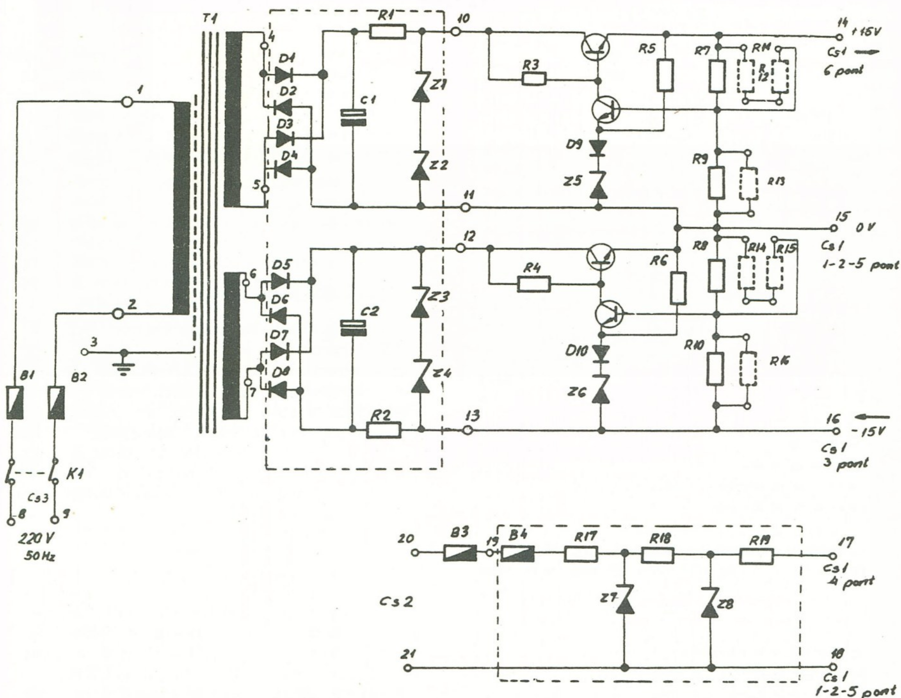
1. *Stabilizált tápegység*

A sűrűségérzékelő táplálásához +15 V és —15 V feszültség szükséges. Ezt egy, a gyújtószikramentes követelményeknek megfelelően tervezett és kivitelezett, soros rendszerű tranzisztoros stabilizátorral és Zener-diódás előstabilizátorral ellátott tápegység szolgáltatja. A Zener-diódás előstabilizátor korlátozza a kimeneten fellépő áram- és feszültségszinteket a megengedett valószínűségű gyújtási szintek alá.

2. *Szikragát*

A sűrűségérzékelő kimeneti jelét Zener-diódás gyújtószikragát csatolja a jelfeldolgozó elektronikához. Azért választottuk a gyújtószikragátas jelcsatolást, hogy a DENEX készülékhez bármilyen jelfeldolgozó csatlakoztatható legyen.

Ugyanis a gyújtószikramentes mérőrendszerekben alkalmazható készülékek típusa és darabszáma is szigorúan kötött, mert a rendszer gyújtószikramentessége az egymással kapcsolatban levő készülékek egymásra hatásától függ. Ezért egy gyújtószikramentes rendszerben csak a robbanásbiztonságot vizsgáló hatóság által elfogadott típusú készülékek alkalmazhatók a jóváhagyott blokkvázlatnak megfelelő kiépítésben. Az egyes készülékeken, valamint a mérőrendszer kiépítésén a legkisebb változtatást is csak a vizsgáló hatóság engedélyével szabad végrehajtani. Abban az esetben viszont, ha egy gyújtószikramentes készüléket Zener-diódás gyújtószikragáton keresztül csatlakoztatunk egy nem gyújtószikramentes készülékhez, akkor ez a szigorú kötöttség csak a szikragátra és a gyújtószikramentes készülékre vonatkozik. A szikragát nem gyújtószikramentes kapcsaira bármilyen készülék csatlakoztatható a vizsgáló hatóságnál történő engedélyeztetés nélkül is. Az egyetlen kikötés: a csatlakoztatott készülékben maximálisan 240 V% értékű feszültség léphet fel. Ez a mai korszerű félvezetős, integrált áramkörös, elektronikus ké-



2. ábra: Elvi kapcsolási rajz

szülékek esetében nem jelent korlátozást. A szigorítás csökkentése azért engedhető meg, mert a szikragát úgy van tervezve és kivitelezve, hogy ha nem gyújtószikramentes kapcsaira a 220 V értékű hálózati feszültség 10%-kal növelt csúcsértéke — azaz 242 V — kerül, még akkor is biztosítja a robbanásveszélyes térségben a gyújtószikramentességet.

A szikragátas csatlakoztatás következtében a robbanásveszélyes térségben üzemeltetett gyújtószikramentes sűrűségérzékelő számítógépes adatfeldolgozó, illetve folyamatirányító rendszerekben is alkalmazható.

Az alkalmazott pozitív jelátvivő, egyoldalas szikragát a negatív polaritású jeleket rövidrezárja. Pozitív polaritású jelek esetében 3—4 V-os jelszintre kezd el vezetni. Az ennél nagyobb jeleket a szikragát limitálja és a rácsatolt jel amplitudójától függetlenül a jelfeldolgozó felé 3—6 V közötti szintet biztosít.

*Főbb műszaki adatok*

Tápegység

| | | |
|---|---|---|
| Pozitív kimeneti feszültség értéke: | | +15 V |
| terhelhetősége: | 40 mA | ±5 mA |
| Negatív kimeneti feszültség értéke: | | —15 V |
| terhelhetősége: | 10 mA | ±5 mA |
| Pontatlanság: | | ±1% |
| Stabilitás: | | ±1% |

Szikragát

| | |
|---|---|
| Gyújtószikramentes kapcsokra csatlakoztatható jel amplitúdója | max. 20 V |
| Szikragátról levehető jel amplitúdója: | 0—6 V |

*Kivitel*

A készülék kisméretű táblaműszer-dobozban került elhelyezésre. Fényképe a 3. és 4. ábrán látható.




3. ábra




4. ábra

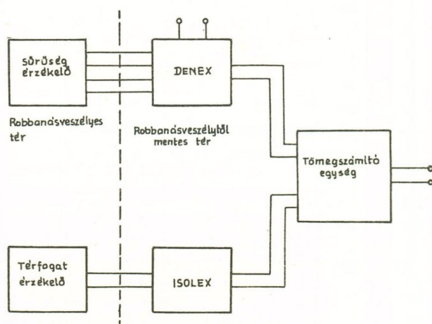
A gyújtószikramentes előírások teljesítése érdekében a gyújtószikramentes és a nem gyújtószikramentes csatlakozások és egyéb áramköri elemek a doboz két ellentétes oldalán helyezkednek el és egymástól eltérő felépítésűek, hogy véletlenül se lehessen őket felcserélni.
A gyújtószikramentességet alapvetően meghatározó áramköröket (tápegység Zener-diódás előstabilizátora, szikragát) hidegen keményedő epoxigyantával kiöntöttük, hogy ezen alkatrészekhez ne lehessen hozzáférni.

#### Jelfeldolgozó egység

A jelfeldolgozó készülék az előbbiek alapján nem robbanásbiztos, normál kivitelű, robbanásveszélyességi szempontból tetszőleges lehet. Ezért ismertetésére nem térünk ki. A kidolgozott jelfeldolgozó készülék ismertetése az [5] irodalomban található.

### Tömegmennyiség-mérés

Sűrűségmérést igen gyakran alkalmaznak áramló közegek (gáz, folyadék) tömegmennyiségének mérésénél. Valamilyen térfogatmérési módszerrel meghatározzák az átáramlott közeg mennyiségét, sűrűségméréssel a hozzátartozó sűrűséget. A két mért érték megfelelő összeszorzásával kapható az átáramlott közeg tömege. Tömegmennyiségmérésre is elsősorban az olaj- és vegyiparban van szükség, ezért ezeknek a mérőrendszereknek is robbanásbiztos kivitelűeknek kell lenniük.
Intézetünkben az ismertetett sűrűségmérő rendszer felhasználásával egy gyújtószikramentes tömegmennyiségmérő rendszert alakítottunk ki. A rendszer blokkvázlata az 5. ábrán látható.
Térfogatmennyiség-mérésre Intézetünk TURBOQUANT márkanevű turbinás áramlásmérős gyújtószikramentes mérőrendszerét alkalmazzuk.
Robbanásveszélyes helyen kerül felszerelésre az érzékelő elemként működő turbinalapátos, indukciós jeladójú turbinás áramlásmérő. A mérőérzékelő impulzusszámosság kimeneti jelet szolgáltat. Az impulzusok össz-száma az átáramlott anyag mennyiségével, az időegységre eső impulzusok száma az áramlási sebességgel arányos.
A gyújtószikramentes mérőérzékelő a normál, nem robbanásbiztos kivitelű jelfeldolgozóhoz ISOLEX márkanevű Zener-diódás, gyújtószikragáton keresztül csatlakozik.
A turbinás áramlásmérő rendszer részletesebb leírása a [4], gyújtószikramentes változat leírás az [1] irodalmi anyagban található.
Miután mind a térfogatmennyiség-mérő jeladó, mind a sűrűségmérő jeladó a kimeneten impulzusszámosság-jelet szolgáltat, közvetlenül bevezethetők a tömegmennyiség-képző elektronikába. Összeszorzásukkal a kívánt tömegmennyiség értéke kapható.
Ezt a feladatot — a jeladók jelének feldolgozását — a MASSOQUANT tömegszámító egység végzi el, amely berendezés lényegében kis célszámítógép.




5. ábra: Gyújtószikramentes tömegmennyiségmérő rendszer blokkvázlata

Mivel mindkét jellemző jele Zener-diódás gyújtószikragáton keresztül jut el a jelfeldolgozóhoz, ezért robbanásbiztonsági szempontból különösebb kikötések nincsenek.

A tömegszámító egység részletes leírása az [5] anyagban található meg.

## Alkalmazás

A kidolgozott gyújtószikramentes sűrűség-, illetve tömegmennyiség-mérő rendszerek eddig nagyobb számban a Százhalombattai Olajfinomítóban, illetve a Leninvárosi Olefinműben kerültek beépítésre. Százhalombattán már hosszabb ideje üzemelnek a mérőkörök, mind üzemviteli, mind robbanásbiztonsági szempontból hibátlanul.

### Irodalom


[1] MELICH ISTVÁN: Gyújtószikramentes ipari mérőberendezések. Mérés és Automatika. 1968. 7—8. sz. 310—315 old.

[2] NÉMETH JÓZSEF: Gyújtószikramentes robbanásvedelmi módszerek. Automatizálás. 1974. 10. sz. 35—46 old., 11. sz. 18—29 old.

[3] FELSŐVÁLYI GYÖRGY: Frekvencia kimenőjelű folyamatos ipari gázsűrűségmérő. Mérés és Automatika 1969. 7—y— sz. 241—244 old.

[4] SZEGEDI ANDRÁS: Áramló folyadékok és gázok mérése. Mérés és Automatika 1973. 3. sz. 106—111. old.

[5] KERESZTESSY JÓZSEF: Áramló folyadékok és gázok tömegének mérése elektronikus úton. Mérés és Automatika. 1972. 8. sz. 303—307.

[6] MSZ 1600/8 lap—67: Létesítési biztonsági szabályzat 1000 V-nál nem nagyobb feszültségű erősáramú villamos berendezések számára. Robbanásveszélyes helyiségek és szabadterek.

[7] MSZ 166/8—67 K (1972)
MSZ 1600/8 lap—67 kiegészítése.


• • •




## ISMERJE MEG AZ ORSZÁGOS SZÁMÍTÓGÉPTECHNIKAI VÁLLALATOT

A számitástechnikai kultura elterjesztése, a számitógépgyártás feladatainak tervszerü szétosztása és a gyártmányok összeilleszthetősége érdekében a szocialista országok, a KGST-n belül, létrehozták az Egységes Számitógép Rendszert, amelynek számitógépei a legkülönbözőbb müszaki-tudományos, gazdasági, adatfeldolgozási, folyamatszabályozási és termelésirányitási feladatok megoldására alkalmasak.

A ESZR-számitógépek alapvető jellemzői a következők:

- Harmadik generációs konstrukció (monolitikus integrált áramkörök).
- Egységes müszaki-technológiai megoldások.
- Program-kompatibilitás.
- Fejlett software-ellátás.
- Egységes perifériás berendezések kínálata.

Az Egységes Számitógép Rendszerben együttmüködő 6 szocialista ország annak érdekében, hogy az egység ne csupán a gyártás felosztására, illetve a gyártmányok egymáshoz illeszthetőségére szoritkozzék, hanem a számitástechnikát felhasználók is egységes müszaki szolgáltatórendszerrel álljanak szemben, létrehozta az ugynevezett NOTO-szerveket. A Magyar Kormány Gazdasági Bizottsága által 1970-ben jóváhagyott Számitástechnikai Központi Fejlesztési Program megvalósitása részeként, a Minisztertanács határozatára 1973-ban megalakult az ESZR magyar NOTO-vállalata az Országos Számitógéptechnikai Vállalat.

Magyarországon az OSZV létrejöttét megelőzően is telepitettek és üzemeltettek már szocialista importból származó harmadik generációs számitógépeket. Ezeknek a gépeknek a telepitésénél, javitásánál és alkatrészellátásánál azonban a felhasználók a gépgyártó céggel, továbbá számos kül- és belföldi, fő- és alvállalkozóval álltak kapcsolatban. Ugyanilyen szervezetlen és megosztott volt a gépek programellátása is. Az ESZR-tagországok NOTO-vállalatainak, igy Magyarországon az Országos Számitógéptechnikai Vállalatnak a létrejöttével mindezek a feladatok egyetlen kézben összpontosulnak.

Az Országos Számitógéptechnikai Vállalat feladatköre, a komplex számitástechnikai ellátás igényének megfelelően, hármas tagolásu.

- Fővállalkozói minőségben, esetenként más cégek kapacitását is igénybevéve, elvégzi az uj számitóközpontok telepitésének minden részfeladatát a tervezéstől és a számitóközpont kialakitásától a gép beszerzésén és installálásán keresztül az üzembehhelyezésig. A kereskedelmi főosztály - a felhasználók kérésére - felméri a felhasználó igényeit és ajánlatot tesz az igényeknek legjobban megfelelő számitógép-konfiguráció szállitására. A felhasználó és a kereskedelmi főosztály szerződése alapján az installációs főosztály és az ESZR berendezéseket ellátó főosztály elvégzi a gépterem kialakitását, a számitógép installálását, üzembe helyezését és a tesztprogramok futtatását.
- Az ESZR-import számitógépek (R-20, R-30, R-40, R-50) garancia időn belüli és azon tuli karbantartását és javitását, valamint alkatrészellátását a számitógépgyártó cégek átruházták az Országos Számitógéptechnikai Vállalatra, mint magyarországi NOTO-szervezetre. Ezt a munkát végzi az ESZR szerviz osztály.

Az OSZV alkatrészellátási főosztály forgalmazza a számitógép üzemeltetéséhez szükséges tartalékalkatrészeket, segédeszközöket és járulékos anyagokat, mágneses és papir adathordozókat stb.

Az ESZR-gépeken kivül sok más, elektronikus és elektromechanikus, számitástechnikai és ügyviteli gép és segédberendezés komplex müszaki ellátása is az OSZV munkái közé tartozik, ezt a feladatot a szerviz főosztály végzi.

- A hazai számitógép-felhasználók software-igényének legszélesebb körü kielégitésére az Országos Számitógéptechnikai Vállalaton belül megalakult az Országos Software Archivum és Követő Szolgálat, amely az ESZR-gépek alap- és alkalmazási software-jét egységesiti, bőviti és publikálja. Az utolsó kötetek közreadása felé járó 38 kötetes ESZR/DOS operációs rendszer dokumentáció mellett megkezdődött már a nagyobb gépekhez (R-40, R-50) optimálisabban használható ESZR/OS operációs rendszer dokumentációjának forditása-honositása is, továbbá egyre nagyobb lendülettel folyik az alkalmazási software honositása és publikálása. A közeljövőre tervezi az OSZV több, nagy nyugati software-cégek által kidolgozott, világszerte elterjedt, programcsomag megvásárlását és magyarországi forgalmazását (ICES-mérnöki, MARK IV. - File-kezelő programcsomag). A hazai fejlesztés alkalmazási software-produktumai ugyancsak az OSZV-hez kerülnek terjesztés végett, ahogyan az IBM-nek az ESZR-gépeken alkalmazható több programcsomagja is (pl. BOMP - anyaggazdálkodási és PICS - termelésirányitási programcsomag), amelyet az OSZV bérleti szerződés alapján tesz hozzáférhetővé.

A fentebb felsorolt tevékenységeivel az Országos Számitógéptechnikai Vállalat a Számitástechnikai Központi fejlesztési program megvalósitásának legfőbb letéteményese. Tekintettel arra, hogy Magyarországon a számitógép-hálózat kiépitése jelenleg is tulnyomóan, a jövőben szinte kizárólagosan az ESZR-számitógépekkel történik, nyilvánvaló, hogy az Országos Számitógéptechnikai Vállalat feladatköre mind spektrumában, mind méreteiben jelentősen növekedni fog. Az Országos Számitógéptechnikai Vállalat ezt a feladatot politikai-gazdasági küldetésnek tekinti. Ennek a szellemnek megfelelően ajánlja fel minden, jelenlegi és jövőbeni,számitógép-felhasználónak a számitóközpontok létesitésével és üzemeltetésével kapcsolatos szolgálatait.

KONDOR TIBOR
(VKI)

# VONTATÁSI CÉLÚ FREKVENCIAÁTALAKÍTÓK DIGITÁLIS SZABÁLYOZÁSA

**A cikk azokat az előnyös tulajdonságokat tárgyalja, amelyek aszinkron vontató motorok táplálására szolgáló tirisztoros váltóirányítók digitális szabályozása és vezérlése esetén mutatkoznak. A számítógéptechnikában alkalmazott aritmetika és az integrált áramkörök felhasználásával az aszinkron motor optimális működését lehet elérni.**

ETO: 621.314.26.07:621.33:681.32

## Bevezetés

Az erősáramú elektronika térhódításával egyre nagyobb szerepet kap — hajtás és vontatás területén — a rövidrezárt forgórészű aszinkron motor, amelyet tirisztoros frekvenciaátalakítón keresztül táplálnak. A változó tápfeszültséggel és változó tápfrekvenciával üzemelő rövidrezárt forgórészű aszinkron motor sokoldalú jó tulajdonságai csak akkor érvényesülnek, ha a tirisztoros frekvenciaátalakító is kielégíti a vele szemben támasztott követelményeket. Az aszinkron motorhoz hasonlóan, ahol kopásnak, elhasználódásnak kitett alkatrész a csapágyakon kívül nincs, a frekvenciaátalakítóban sem szabad ilyeneket alkalmazni, hogy a nagy megbízhatóság és a hosszú élettartam követelményeinek ez is megfeleljen. Erre a korszerű félvezetők alkalmazásával ma már minden feltétel megvan.

Az aszinkron motort tápláló frekvenciaátalakító bonyolultabb, összetettebb funkciókat tölt be, mint más felhasználás esetén, ezért szabályozási és vezérlési áramköreinek kutatás-fejlesztési munkája behatóbb vizsgálatokat igényel. A hajtásszabályozó berendezések számának és bonyolultságának növekedésével a karbantartási és javítási munkák egyre több és képzettebb szakembert igényelnek, ami ellentétben áll az általános szakemberhiánnyal. Ennek megelőzésére vizsgálat tárgyává kellett tenni a frekvenciaátalakítóban felhasználásra szánt elemek és alkatrészek megbízhatóságát, valamint a különböző kapcsolási elrendezésekhez szükséges alkatrészekkel szemben támasztott minőségi követelményeket és azok teljesíthetőségét.

A frekvenciaátalakítók kialakításánál így a következő alapkövetelményeket kell kielégíteni:

1. A frekvenciaátalakító a mechanikus, kontaktus nélküli kezelőszerveken kívül nem tartalmazhat változtatható, beállítható vagy jusztírozható elemeket, sem pedig öregedő, elhasználódó vagy instabil alkatrészeket.
2. Gyártási, üzembeállítási és javítási technológiai követelmény a funkcionális egységekre bontás mind az erősáramú részek, mind a szabályozási és vezérlőkörök vonatkozásában. A funkcionális egységek ellenőrzését programozott célműszerekkel lehessen megvalósítani.
3. A zárlati és zajvédelmet az ipari üzemi követelmények szintjén kell megvalósítani.

A Kohó- és Gépipari Minisztérium, valamint a Villamosipari Kutató Intézet — az aszinkron motoros hajtás, illetve a vontatás frekvenciaátalakítón keresztül történő táplálásának sokoldalú előnyeit felismerve — közúti járműfejlesztési program keretében kívánja a frekvenciaátalakítós szabályozást kipróbálni. A hibrid autóbuszok fejlesztése két irányban indult: közel azonos teljesítményű két hibrid autóbusz prototípus közül az egyik egyenáramú motoros szaggatós, a másik aszinkron motoros frekvenciaátalakítós kivitelben valósul meg. A prototípusok üzemi eredményeinek összehasonlításával feltárhatjuk a vizsgált rendszerek tipikus előnyeit és hátrányait.

Az egyenáramú motornak hátrányos tulajdonságai vannak az aszinkronmotorral szemben extrém, dinamikus üzemeltetésnél. Ez az összehasonlítás az azonos tengelyteljesítményű, 10 kW-tól több 100 kW-ig terjedő teljesítményű motorokra vonatkozik, az egyenáramú motort szembeállítva a változó frekvenciával táplált aszinkron motorral.

A kommutátor kedvezőtlen tulajdonságai:

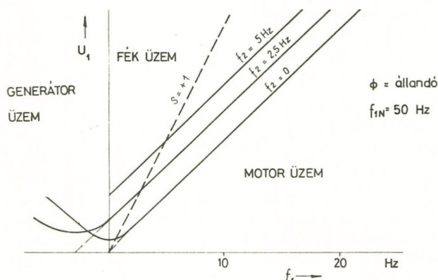
- kisebb kerületi sebesség;
- fajlagos áram- és feszültségterhelhetősége korlátozott;
- a motor teljesítmény/súly értékét csökkenti;

— az előállítási költséget lényegesen növeli;
— a motor hatásfokát rontja;
— a forgórész tehetetlenségi nyomatékát növeli;
— a forgórész termikus feltételeit rontja;
— üzembiztonsága és élettartama a motoron belül a legrosszabb.

A két motortípus forgórésze, valamint az egész motor összehasonlításánál a teljesítmény/súly viszony, továbbá a hűtési feltételek az aszinkron motor előnyeit igazolják. Ezeket az előnyöket azonban a frekvenciaátalakító árával, súlyával, térfogatával és megbízhatóságával kell megfizetni. Ezért a frekvenciaátalakító létjogosultsága üzemviteli és gazdasági területen dől el.

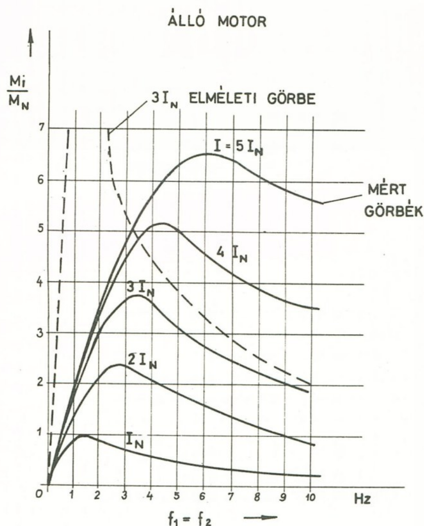
## Az aszinkron motor táplálására kialakított frekvenciaátalakítók alapproblémái

A hajtási és vontatási célokat szolgáló aszinkron motorok tág tápfrekvencia-tartományt igényelnek. Egyes vontatási feladatok megvalósítására gyakran csak egyenfeszültségű áramforrás áll rendelkezésre. Így elterjedten az egyenáramú táplálású váltóirányítók, vagy az egyenáramú közbenső körös frekvenciaátalakítók kerülnek alkalmazásra. Ezek szimmetrikus háromfázisú, változó nagyságú és frekvenciájú szinuszos feszültséget szolgáltatnak. Az aszinkron motor táplálásánál növekvő fordulatszámhoz növekvő frekvencia ($f_1$) és növekvő feszültség ($U_1$) tartozik, ami az 1. ábrán látható. Növekvő tengelyterheléssel növekszik az $f_2$ forgórész-frekvencia, ezáltal megváltozik az $f_1$ frekvenciához tartozó $U_1$ érték is. Az 1. ábra állandó fluxust tételez fel.




1. ábra: A kapocsfeszültség $V_1$ és az állórész-frekvencia $f_1$ közelítő összefüggése állandó fluxus esetén, paraméter a forgórész-frekvencia $f_2$

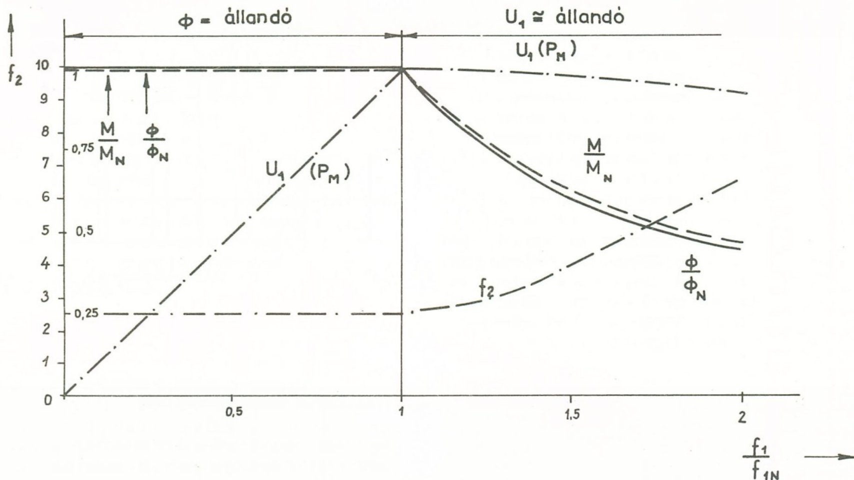
A fluxus növelésével a motor billenőnyomatéka növekszik mindaddig, míg a telítés ennek határt nem szab. Tehát adott fordulatszámot feltételezve, $f_1$ és $U_1$ viszonyának megválasztásával a billenőnyomaték, illetve a fluxus változtatható a terheléstől függően. Így az aszinkron motor indításánál a 2. ábra szerint ötszörös indítóárammal kb. 6,5-szeres indítónyomaték érhető el. Az ábrán a szaggatott vonal a vastest telítése nélküli elméleti értékeket adja, a folytonos vonal a mért értékeket. A motor — konstrukciójától függően — időszakosan 3—10-szeres indítóáramot is elvisel.




2. ábra: A névlegeshez viszonyított indítónyomaték az állórészfrekvencia $f_1$ függvényében ($f_1 = f$), paraméter az indítóáram, a névleges indítóáram szorzója

Az aszinkron motor a felhasználástól függően — mint például a vontatási üzemben is — a mezőgyengítéses szakaszban is üzemel, ahol a fluxus és a terhelőnyomaték a fordulatszám növelésével csökken, mint a 3. ábrán látható. A motor teljesítménye a mezőgyengítéses szakaszban közel állandó. Táplálás szempontjából ez azt jelenti, hogy csökkenő terhelőnyomaték-igény az $U_1$ tápfeszültség további növelését nem követeli meg (illetve az $U_1$ tápfeszültség már nem is fokozható tovább), a fordulatszám az $f_1$ tápfrekvenciával még nő, de nő az $f_2$ forgórészfrekvencia is a fluxus csökkenésével egyidőben.

A terhelőnyomaték, az $f_2$ forgórész-frekvencia és a motor fluxusa közvetlen nem mérhető, holott a motor különböző üzemállapotaiban ezek határozzák meg az $f_1$ tápfrekvenciához rendelt $U_1$ tápfeszültség optimális értékét. Így az optimális üzemi feltételek elérése bi-




3. ábra: A nyomaték és a fluxus viszonylagos változása, valamint a forgórészfrekvencia és teljesítmény változása a konstans mágneses mező, illetve mezőgyengítéses szakaszban

zonyos esetekben a nem érzékelhető paramétereket a mérhetőkből célszerű képezni.

Ilyen esetekben jelentkezik a lényeges eltérés az aszinkron motort tápláló frekvenciaátalakítónál az egyéb célú frekvenciaátalakítóhoz képest, hogy nem csak feszültség- és frekvenciaszabályozást végez, hanem szakaszosan változó összefüggés szerint a kimeneti feszültség és frekvencia közötti viszonyt is meghatározza. A paraméterek képzése többnyire aritmetikai funkcióval történik. Ezért a működés úgy tekinthető, mintha az adott aszinkron motor fizikai karaktere a frekvenciaátalakító szabályozásába, illetve vezérlésébe volna programozva. A mindenkori $f_1$ tápfrekvencia és $U_1$ tápfeszültség ideális viszonyától való eltérés a motorban többlet veszteséget okoz.

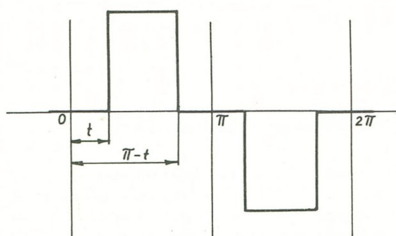
Az aszinkron motor táplálására nagy frekvenciatartományban szinuszos feszültséget célszerű előállítani. A szinuszos feszültséget a frekvenciaátalakító az egyenfeszültségből szélességmodulációval hozza létre. A kimenetek a tirisztorok kommutálásával a szélességmoduláció ütemében kapcsolódnak a tápfeszültségnek hol a pozitív, hol a negatív potenciáljára. A szélességmodulációhoz kedvező alapharmonikus/felharmonikus viszony elérése érdekében a vivőfrekvencia növelése volna kívánatos, viszont az ezzel együttjáró gyakori tirisztorkommutáció jelentős veszteséghez vezetne. Az optimális feltételeket az biztosítja, ha az $f_1$ tápfrekvencia változási tartományát szakaszokra bontjuk és a szakaszokhoz más-más vivőfrekvenciát rendelünk. Kedvező modulációs feltételeket érhetünk el azzal is, ha ezekhez a frekvenciaszakaszokhoz a tápfrekvenciával együtt változó vivőfrekvenciát rendelünk, miáltal a moduláció a tápfrekvencia egy periódusára állandó impulzuskiosztási mintát ad.

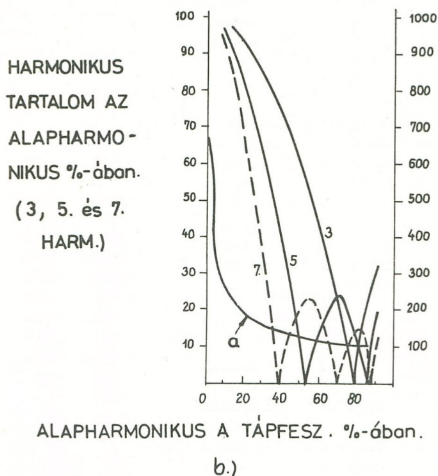
A frekvenciaátalakítók fentebb vázolt problémáiból kitűnik, hogy a szabályozás és vezérlés áramköri elemeire, kapcsolási rendszerére az igen összetett szabályozási, aritmetikai modulációs feladatkomplexum szigorú feltételeket ró, különösen ha a bevezetőben leírt követelményekre gondolunk, mint például a beállítások, vagy a jusztírozások tilalmára.

Amíg egyenáramú motoros hajtásnál tipikusan analóg villamos mennyiségek képzik a visszavezetett, illetve érzékelt paramétereket, addig aszinkron motor esetében a frekvenciajellegű paraméterek vannak túlsúlyban. A frekvenciaátalakító erősáramú teljesítményáramkörei kapcsoló üzemre épülnek és ehhez jön a vezérlő áramkörök és a visszavezetett frekvenciajelek bináris kapcsoló jellege. Az ismertetett kutatás-fejlesztési munka keretében azonban a szabályozási és a vezérlési egységeket — összehasonlítás céljából — mind analóg, mind digitális rendszerben megvalósítottuk.

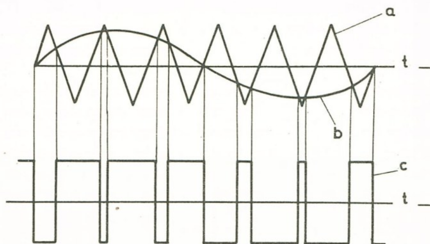
Célirányosnak mutatkozott az impulzuskiosztási mintát szakaszonként módosítani oly módon, hogy a kommutációk száma fázisonként 600—800/s-ot ne lépje túl, de ne csökkenjen 25—50/s alá. Az alsó határ extrém nyomatékingadozást eredményezhet.

Ha az impulzuskiosztási minta legegyszerűbb esetét vesszük, a 4. ábrán látható szélességmodulált, félperiódusonként egy impulzusból álló görbealakot kapjuk. Ennek felharmónikus-tartalmát az alapharmónikushoz viszonyítva százalékosan a 4 b. ábra mutatja és láthatóan magas a felharmónikus-tartalom, ha az alapharmónikus amplitúdója a tápfeszültséghez viszonyítva 50% alá megy. Kedvezőbb felharmónikus-tartalom és nagyobb modulációs mélység biztosítható, ha az 5. ábrán látható alapharmónikus, azaz $f_1$ tápfrekvencia egy periódusára több szélességben szinuszosan modulált impulzusból álló, impulzuskiosztási mintát képezünk. Ezek optimális modulációs feltételeit számítógépes programokkal lehet legrövidebb úton meghatározni.




4. ábra: Egyszeres szélességmodulált jel




5. ábra: Többszörös szélességmodulált jel C, amely háromszög alakú és a színuszos alakú b jelekből képezhető

**Digitális és analóg ipari vezérlő-szabályozó áramkörök összehasonlítása**

Az összehasonlítást a bevezetőben elmondott szempontok szerint ipari felhasználásra, azaz a stabilitás és élettartam szempontjából az egész frekvenciaátalakítós hajtásra kell vonatkoztatni.

Az ismert és széles körben alkalmazott analóg elemek, beleértve a legkorszerűbb analóg integrált elemeket is, nem mentesek a drift termikus és öregedés jellegű hatásaitól. Gyártási szórásukból adódó munkapontbeállító jusztírozások elhagyását egy kapcsolási rendszeren belül vagy egyáltalában nem lehet végrehajtani, vagy ez csak igen költséges módon lehetséges. Ez különösen aritmetikai funkciók esetén szembetűnő.

A bináris számrendszerre épülő digitális áramkörök helyes tervezése esetén az egyes bemenő és kimenő paraméterek között kényszerkapcsolat áll fönn. A kapcsolat a kapcsolás módosításával, vagy külső, illetve belső programvezérléssel módosítható. Extrém termikus határok között hibátlanul működik. Öregedés, alkatrész-szórás nem okoz működésbeli változást.

A digitális rendszer elterjedését ma már döntő mértékben csak a nagyfrekvenciás jellegű ipari zajok (mint például a kényszerkommunikációs tirisztoros áramkörök igen nagy di/dt értékéből adódó, kisugárzott és a vezetékeken, mint hullámvezetőkön haladó zajok) hatásai gátolják.

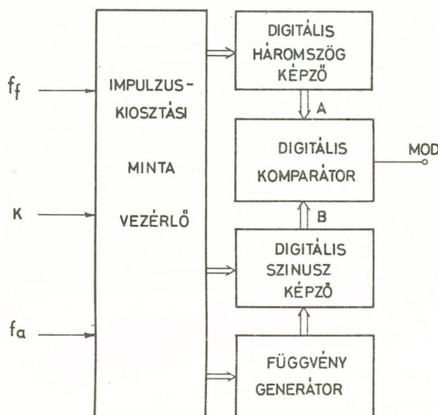
A digitális áramkörök zavarmentesítéséhez 1 MHz és 1 GHz frekvenciatartományra vonatkozó fizikai ismeretek, azaz a nagyfrekvenciás terek sugárzási és hullámterjedési törvényeinek ismerete szükségesek.

A digitális integrált áramkörök számítógépes felhasználásaira vonatkozó zavarvédelmi receptek, amelyeket többnyire a gyártó cégek adnak, ipari felhasználás esetén nem kielégítőek.

**Digitális szélességmoduláció a frekvenciaátalakító vezérlésében**

Az 5. ábra szerint analóg úton — komparálással — úgy állítjuk elő a c-vel jelzett impulzus kiosztási mintát, hogy egy komparátor bemeneteire egyrészt az a-val jelzett egyenlőszárú háromszög alakú, másrészt a b-vel jelzett szinuszgörbe alakú feszültségeket vezetjük. A frekvenciaátalakító kimenetének frekvenciáját változtatni itt annyit jelent, hogy az impulzuskiosztási mintát megtartva az időtengely mentén arányosan nyújtjuk vagy zsugorítjuk. A kimeneti feszültség amplitúdójának változtatására adott impulzuskiosztási mintán belül az impulzusok időtartamának változtatása a komparátor előtti szinuszos jel amplitúdójának állításával lehetséges. Ez a folyamat leképezhető digitális moduláció útján is.

A 6. ábrán digitális moduláció blokksémája látható. A digitális komparátor „A" bemenetére a digitális háromszögképző egységből idővel arányosan 0-tól $2^N$-ig, majd $2^N$-től 0-ig történő periódikus számlálással digitális jeleket szolgáltatunk.




6. ábra: Digitális szélességmoduláció blokksémája

A komparátor „B" menetére időben szinuszosan változó digitális jelekt adunk, amelyeknek szinuszos jellegét ROM-ból (Read only Memory) kialakított függvénygenerátor szolgáltatja. A háromszög- és szinuszjeleket képező egységek bemeneti frekvenciáit, valamint a ROM léptetését impulzuskiosztási mintát vezérlőegység vezérli. Ennek az egységnek a feladata az egyes beprogramozott impulzuskiosztási mintákhoz tartozó vezérlőfrekvenciákat meghatározni, illetve ezeket külső vezérlésre váltani. Az impulzuskiosztási mintát vezérlő egységbe a frekvenciaátalakító kimeneti frekvenciájával arányos $f_f$ vezérlő frekvenciajel, a kimenet amplitúdójával arányos $f_a$ amplitúdó-frekvenciajel, valamint az impulzuskiosztási minta kiválasztására szolgáló K kiválasztó digitális jel csatlakozik. Ezeket a bemenő jeleket az aritmetikai rész szolgáltatja.

**Digitális aritmetika alkalmazása frekvenciaátalakítókban**

A digitális vezérlések-szabályozások megvalósítását a számítógéptechnika széles körű elterjedésével jelentkező digitális integrált aritmetikai áramkörök nagy választéka hatékonyan szolgálja. Ebből a választékból az összes aritmetikai jellegű funkció, mint pl. összeadás, különbségképzés (kétirányú), szorzás, osztás, komparálás stb. gazdaságosan megvalósítható a gyártó cégek alkalmazási ajánlataiban szereplő elrendezések szerint. A készen kapható alapfunkciókat azonban szükség szerint integrált alapáramkörökből tovább bővíthetjük, mint például értékkészlethatárolók, abszolútérték-képzők, nemlineáris képzők stb. Ezek célszerű elrendezésével a leghosszabb információátfutási időket pár száz nanoszekundum időre lehet csökkenteni az alkalmazott elemek nagy működési sebessége révén.

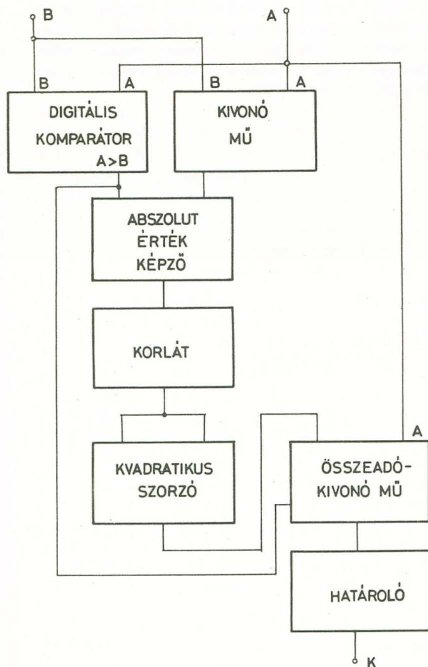
Az aritmetikai rész egzakt működése folytán előálló pontosan képzett paraméterek a hajtás, illetve vontatás járulékos veszteségeit csökkentik és az ideális üzemet nagy pontossággal megközelítik.

Az aritmetikai funkcionális egységek kialakítására hasznos kiindulási támpontot adnak az analóg áramkörökből felépített vezérlési-szabályozási rendszerek, azonban a kettes számrendszer alapján felépített digitális áramkörök alkalmazása új szemlélet kialakítását követeli meg. Az első probléma az értékkészlet megválasztása, amely célszerűen alkalmazkodik a digitális integrált elemek multiplikációs számához, mint például bistabil számlálóknál a 4 biner egységhez stb.

Az analóg műveleti erősítővel beállított erősítés szerepét digitális körben a szorzó látja el, egy állandó digitális értékkel való szorzás útján. Ez a digitális körben annak quantált értékei, illetve határolt értékkészlete miatt nem kedvező, így például a különbségképzés utáni erősítés esetén zérus hibánál az erősített hibajel zérus, de az utána következő egységnyi hibajelnél A értékű erősítésnél A értékre ugrik az erősítő kimeneti jele közbenső érték nélkül. Így kis hiba esetén a szabályozás kapcsoló jellegű lesz.

Digitális vezérlő-szabályozó rendszerben a

paraméterek közötti exakt kapcsolat révén a visszacsatolt körök száma lényegesen lecsökkenhet. A szabályozási funkció lényegében csak a külső körön, azaz az aszinkron motor paraméterein keresztül alakul ki.



7. ábra: Digitális arányos szabályozáshoz rendelkezőjel képző egyik megoldása

A digitális szabályozáshoz alkalmazott arányos rendelkezőjel-képző egyik megoldását a 7. ábra blokksémája mutatja be. A két bemenőjel közül az A az alapjel, B a visszavezetett jel. A jelek részben a kivonóműre mint különbségképzőre, részben a komparátorra jutnak. A kivonómű jele abszolútértékképzőn, korlátozón keresztül kvadratikus szorzóba jut. Ennek kimenete az alapjellel az összeadó/kivonóműbe jut, ahol a két jel összege vagy különbsége képződik a komparátor kimenettől függően. Ennek kimenete határolás után a K digitális rendelkező jelet adja.

Ez a szabályozó aritmetika lényegében egyszerű arányos analóg rendelkező jelképző fokozatot helyettesít, látszólag sokkal bonyolultabb kivitelben. Összetettebb rendelkezőjelképző fokozat esetén, különösen, ha nagy átfutási sebességet akarunk elérni, elmosódik a digitális és analóg szabályozó kör közötti bonyolultságbeli különbség.

### Összefoglalás

Az előzőekben elmondottak csak rövid áttekintést adtak az aszinkron motoros hajtás táplálására kialakított frekvenciaátalakítók vezérlési-szabályozási problémáira. A digitális vezérlés-szabályozás kétségtelen előnyei mellett a megvalósítás lehetőségei is javulnak. Az egyes funkcionális logikai egységek az elemek integrálódása során egyre kevesebb elemből rakhatók össze és velük egyre összetettebb funkciók valósíthatók meg. A számítógépek fejlődése és elterjedése szinte korlátlan lehetőséget nyújt az ipari elektronikus berendezések fejlesztésében az emberi logikai tevékenység leutánzására.

● ● ●

## Automatizálási és vezérlési konferencia

1976. ápr. 26—30. között rendezték meg a „Hidraulika, pneumatika és fluidika a vezérlésben és az automatizálásban" c. konferenciát Torontóban (Canada).
Az előzetes tervek szerint az alábbi témák kerültek előadásra és megvitatásra: kapcsolástervezés, analízis és szintézis, elemek, műszerezés, érzékelők és átalakítók, alkalmazási lehetőségek.

KALAVSZKY DEZSŐ
(MTA SZTAKI)

# KÖZÉPFREKVENCIÁS HEVÍTŐ INVERTEREK

**A cikk bemutatja a tirisztoros statikus frekvenciaátalakítók gyors fejlődését, felsorolja alkalmazási területeiket. Ismerteti az átalakítás elvét. A hevítő inverterekre két berendezést mutat: ismerteti a frekvenciaosztásos, ill. hídkapcsolású inverter működését, a szabályozó és védelmi köröket, e berendezések kivitelét. A motor-generátoros rendszerrel való összehasonlításban tárgyalja a hevítő inverterek előnyeit. Végül az ipari elterjedésüket befolyásoló tényezőkkel foglalkozik, nagy jövőt jósolva a tirisztoros invert-technikának.**

ETO: 261.314.57:621.365

## Megjelenésük, alkalmazásaik

Az utóbbi tíz évtől eltekintve nagyteljesítményű indukciós hevítés céljára a kisebb frekvenciákon mágneses frekvencia-sokszorozókat, a nagyobb frekvenicatartományban pedig forgógépes frekvenciaátalakítókat, ún. motor-generátoros rendszert használtak. Újabban azonban tanúi vagyunk egy új típusú „nagyfrekvenciás" energiaforrás, a tirisztoros statikus frekvenciaátalakító nagy léptekkel haladó fejlődésének és széles körű elterjedésének. (A szakirodalomban gyakran olvasható „nagyfrekvenciás" megjelölés a kb. 150 Hz—10 kHz-es frekvenciatartomány jelölésére általános gyakorlattá vált. Valójában arra utal, hogy e tápegységek kimenő frekvenciája a hálózati frekvenciához képest „nagy", annak többszöröse). A kapcsolókkal történő frekvenciaátalakítás elve nem új, kb. negyven éves. Sőt, gyakorlati megvalósításáról is tudunk, pl. 1948-ból, amikor elektronikus kapcsolóként vezérelhető higanygőz egyenirányítót (tirátroncsövet) használtak [2]. Ennek ellenére a statikus frekvenciaátalakítók nem tudtak igazán népszerűvé válni mindaddig, amíg az 50-es évek vége felé a tirisztorok meg nem jelentek.

A statikus frekvenciaátalakítók rohamos fejlődése 1961-ben indult meg — úgy tűnik — Európában [2]. A következő években már üzembe állt néhány berendezés. A fejlődés a 60-as évek második és a 70-es évek első felében vett igazán nagy lendületet.

Ami az átalakítók két legjellemzőbb adatát, a teljesítményt és a frekvenciát illeti, ma a helyzet a következő:

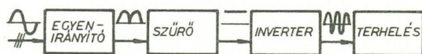
— A nagyteljesítményű berendezések az 1—10 MW-os teljesítménysávban helyezkednek el, de olvashatunk 50—100 MW-os csúcsteljesítményekről is. Ezek a berendezések általában 1 kHz vagy alacsonyabb frekvenciájúak.

— Az áramköri megoldások tökéletesedése és a tirisztorok paramétereinek javulása lehetővé teszi több tíz kHz frekvenciájú átalakítók építését. Ezek a berendezések általában kisebb, 30—100 kW teljesítményűek.

Az indukciós hevítés (olvasztás, hőntartás, indukciós edzés, hőntartás kovácsolásnál) csak egyik, bár legjelentősebb felhasználási területe a tirisztoros középfrekvenciás energiaforrásoknak. Alkalmazhatók még középfrekvenciás hegesztésre; szikraforgácsolásra; egyenáram-egyenáram konverterekben, ahol a nagyobb frekvencia miatt kisebb a hozzáférési idő és ezáltal gyorsabb működés érhető el; ultraszonikus tisztító-, keverő-berendezések táplálására a vegyiparban és az élelmiszeriparban; nagyfrekvenciás fluoreszkáló lámpák táplálására, nagyon alacsony frekvenciás (20—100 kHz-es) rádióadók táplálására, hajólokátor adók táplálására stb.

## Az átalakítás elve

A hevítő célú tirisztoros frekvenciaátalakítóknak több változata van. Mind megegyeznek azonban abban, hogy a háromfázisú hálózati frekvenciát alakítják át egyfázisú „nagyfrekvenciává". A transzformáció lényegét az 1. ábra szemlélteti egy blokkvázlat segítségével.




1. ábra: Az átalakítás blokkvázlata

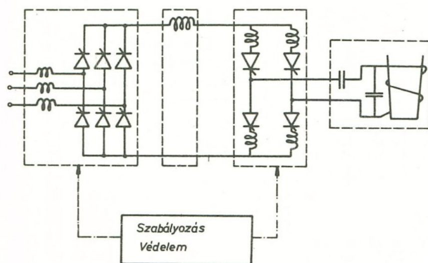
Rendszerint a bejövő hálózati áramot egyenirányítják, az egyenáramot a különféle változatoknak megfelelően különféleképpen szűrik, majd visszaalakítják (invertálják) nagyobb frekvenciájú váltóárammá. A terhelést a kapacitásokkal kompenzált induktortekercs képezi. (Az átalakítási eljárásban központi szerepe van az inverternek. Ennek alapján a

gyakorlatban gyakran az egész *frekvencia-átalakító* berendezést röviden középfrekvenciás v. tirisztoros *inverternek* nevezik. Magát az invertert pedig, éppen az egész berendezéstől való megkülönböztetés céljából, gyakran mint inverter-hidat említik).

Az invertálás úgy történik, hogy az egyenáram néhány áramköri elemen keresztül átfolyik a terhelésen, egyszer az egyik, másszor az ellenkező irányból, a kívánt frekvencia ütemében. Az áram kapcsolgatását tirisztorok végzik. (A frekvencia növelésének egy adott kapcsolás esetében a tirisztorok tulajdonságai szabnak határt.) A terhelésen átfolyó áram és a kapcsain megjelenő feszültség lehet négyszöghullám alakú vagy szinuszos, attól függően, hogy milyen az inverter kapcsolása és a terhelés kompenzációja.

## Két változat

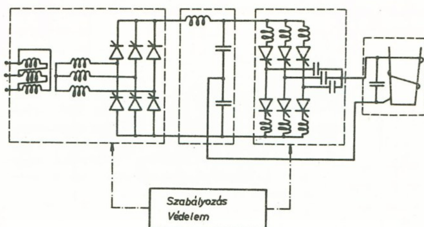
A középfrekvenciás inverterek gyakorlati megvalósítására két konkrét berendezést mutatunk be.




2. ábra: I—25 típusú, 30 kW, 4 kHz-es inverter egyszerűsített kapcsolási rajza

Az MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézete (SZTAKI) a Kohászati Gyárépítő Vállalat (KGYV) felkérésére és támogatásával kifejlesztett két különféle megoldású középfrekvenciás hevítő invertert acél és acélötvözetek indukciós olvasztására. Az I—25-ös 30 kW-os típust sorozatban gyártják, az I—100-as 100 kW-os típusnak pedig elkészült a prototípusa. A két változat egyszerűsített kapcsolási rajza a 2. és 3. ábrán látható. (Szaggatott vonalak határolják az 1. ábra blokkvázlatában feltüntetett fő részeket.)

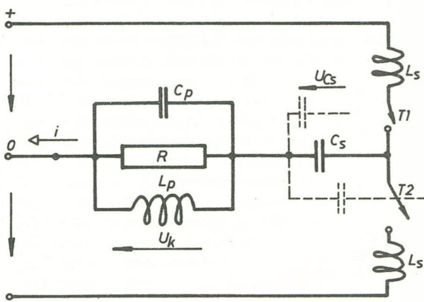
Az egyenirányítást mindkét esetben teljesen vezérelt háromfázisú híd-kapcsolás végzi. A szűrésben levő különbség azt eredményezi, hogy a 30 kW-os berendezés egyenirányítóból és L—C szűrőkörből álló része feszültség-generátoros jellegű egyenáramú tápegységet alkot, míg a 100 kW-os típusban a simító fojtó az egyenáramú tápegységnek áramgenerátoros jelleget ad. Az inverterek működése alapvetően különbözik egymástól, ezért külön-külön ismertetjük a kétféle megoldást.




3. ábra: I—100 típusú, 100 kW, 2 kHz-es inverter egyszerűsített kapcsolási rajza

### Frekvenciaosztásos (vagy időosztásos) inverter

Az I—25 típusú berendezés inverterének működése a frekvenciaosztásos elv alkalmazásán alapszik. A kapcsolás alapegységét képző áramkör a 4. ábrán látható. Az ábrán az induktortekercset és a kompenzáló kondenzátort egy veszteséges párhuzamos rezgőkör helyettesíti.




4. ábra: A frekvenciaosztásos inverter alapegysége

Az alapegységet egy inverter hídág alkotja a hozzá tartozó $C_s$ soros kondenzátorral együtt. A terhelést vagy a T1 vagy a T2 tirisztor kapcsolja az egyenáramú tápegység pozitív vagy negatív kapcsára. Amikor T1 bekapcsol, a $C_s$ kondenzátor negatív feszültségről pozitív feszültségre töltődik át és a terhelésen egy közelítőleg szinuszos pozitív áram-félhullám halad át. Ha T2 kapcsol be, akkor a ter-

helés a $C_s$ kondenzátoron és $L_s$ induktivitáson keresztül az egyenáramú tápegység negatív kapcsára kapcsolódik, az előzőleg pozitív feszültségre töltött $C_s$ kondenzátor most áttöltődik negatív feszültségre és a terhelésen közben egy negatív áram-félhullám halad át. A T1 és a T2 tirisztorok gyújtása között másfél periódusidő telik el. A rájuk jutó zárófeszültség időtartama közelítőleg megegyezik a periódusidővel, a terhelési állapottól függően lehet nagyobb vagy kisebb is. (A megfelelő nagyságú és időtartamú zárófeszültséget főképp az alkalmasan megválasztott $C_s$ soros kondenzátor biztosítja.)

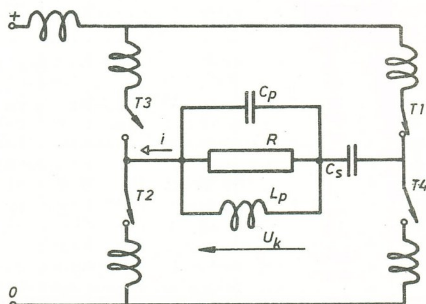
Az inverter másik két hídágát is figyelembe véve a kimenő feszültség minden pozitív és negatív félhullámára jut egy-egy pozitív vagy negatív áram-félhullám betáplálás. Így a veszteséges párhuzamos rezgőkör csillapítatlan rezgést végez. (Az inverter működésének részletes leírását lásd irodalomjegyzék [4].)

A frekvenciaosztásos inverter előnye egyéb megoldásokkal szemben abban van, hogy a tirisztoroknak közelítőleg egy periódusidő áll rendelkezésükre ahhoz, hogy záróképességüket visszanyerjék, ellentétben más megoldásokkal, ahol ez az idő a periódusidőnek csak töredéke. Így lehetővé válik igen nagy (30—50 kHz-es) frekvenciák előállítása, vagy más oldalról, normál tirisztorok alkalmazása olyan frekvenciákon, ahol egyéb inverterkapcsolásban már elkerülhetetlen lenne drágább, nehezebben beszerezhető gyorstirisztorok alkalmazása. A 30 kW-os berendezésben is ez utóbbi szempont érvényesült.

### Hídkapcsolású inverter

A 100 kW-os frekvenciaátalakító inverterének a működését az 5. ábra mutatja.

A soros-párhuzamos kompenzálású terhelés a Graetz-kapcsolású híd átlójában helyezkedik el. A T1, T2 tirisztorok, vagy a T3, T4 tirisztorok együtt vezetnek és vezetésük alatt egy-egy pozitív vagy negatív áramfélhullám halad át a terhelésen. Az áram hullámalakja szögletes (trapéz alakú), mivel a betáplálás áramgenerátoros jellegű. Az $u_k$ kimenőfeszültség szinuszos és frekvenciája megegyezik a tirisztorok gyújtási frekvenciájával. A kapcsolás működőképes a $C_s$ soros kompenzáló kondenzátor nélkül is (az így keletkező kapcsolás az inverterek egyik változatát alkotja), ekkor azonban a tirisztorokra jutó záróirányú feszültség időtartama lerövidül és az inverter csak kisebb frekvenciákon üzemeltethető. Valójában T1, T2, T3, T4 tirisztorok helyén a kívánt kimenő teljesítménytől függően sorba és párhuzamosan kapcsolt tirisztorok találhatók, melyeket egyszerre kell begyújtani.




5. ábra: A hídkapcsolású inverter működése

A hídkapcsolású inverter működéséről és elemeinek méretezéséről részletesen a [2, 3, 5, 6] irodalomban olvashatunk.

### Szabályozás, védelem

Az erősáramú átalakító-áramkört logikai, szabályozó és védelmi áramkörök szolgálják ki. Ezek központi része (eltekintve tehát az érzékelő és beavatkozó szervektől) Logika néven külön szerkezeti egységet alkot a berendezésekben.

A *szabályozó áramkörök* végső soron a kimenő középfrekvenciás teljesítmény szabályozását szolgálják. Ezt a feladatukat az egyenirányító és az inverter tirisztor megfelelő időpontban történő gyújtásával látják el. Az olvasztás folyamán az induktor egyenértékű ellenállása és induktivitása tág határok között változik. Ennek megfelelően az olvasztás elején a középfrekvenciás áramot, az olvasztás második felében a feszültséget korlátozni kell. Ezt a szabályozóba épített áram-, ill. feszültségkorlátozó körök automatikusan biztosítják. Az induktivitás változás egy rögzített kompenzáló kondenzátor értéknél és állandó frekvencián az olvasztás folyamán kompenzálatlan meddő teljesítmény keletkezéséhez vezetne, ami az invertert terhelné. Van azonban a statikus középfrekvenciás energiaforrásoknak egy igen vonzó tulajdonsága: önvezérlésűek, vagyis az inverter — tirisztorok gyújtásához a vezérlőjelet az induktor és a kompenzáló kondenzátor alkotta rezgőkörről veszik. Így a kompenzált induktor az inverter számára az olvasztás alatt mindig közel egységnyi teljesítménytényezőjű terhelést jelent, hiszen az inverter a kimenő kört

állandóan a mindenkori sajátfrekvenciájához közeli frekvenciájú árammal táplálja.

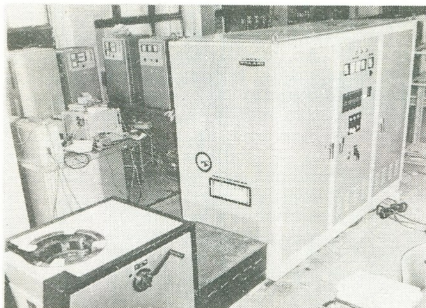
A logikai, védelmi áramkörök figyelmeztetnek a kezelő mulasztásaira, ellátják védelemmel a berendezést az esetleges meghibásodások esetére.

Ha pl. nincs bekapcsolva a vízhűtés, vagy a kemence nincs alaphelyzetében, a berendezést nem lehet elindítani. Egyidejűleg olvasztás alatt a kezelőszervek (kapcsoló, nyomógombok) téves működtetéséből adódó hibás leállás is meg van akadályozva. Rövidzárlatok esetén igen gyors védelmek védik a tirisztorokat a túlzott áram- és feszültségigénybevételtől. Károsan nagy hőmérsékletek fellépését a védelmek ugyancsak megakadályozzák. A berendezés a főbb rendellenességekről hibajelzést küld a kezelőnek esőlemezes hibajelző relék segítségével. Így pl. túláram vagy túlfeszültség fellépését, a vízhűtés kimaradását, egyenirányító vagy inverterbiztosító kiolvadását, a tirisztor hűtőtönkök túlzott felmelegedését stb. összesen tíz hibajelző relë szelektíven jelzi.

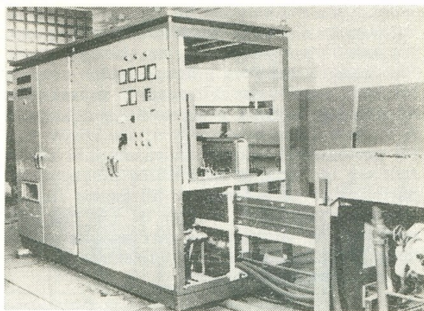
**Kivitel, főbb adatok**

Egy-egy középfrekvenciás inverter szerkezeti megvalósítása nagymértékben függ a berendezés teljesítményétől.

Néhány 100 kW-ig minden alkatrész, fő egység elhelyezhető egy acélvázas, többajtós szekrényben. Pl. a 6. ábra mutatja az I—25 típusú, a 7. ábra pedig az I—100 típusú berendezést. Kezelőszerveik egy kézikapcsoló, nyomógombok, valamint egy forgatható tárcsa a kimenő középfrekvenciás teljesítmény beállítására. Műszereik a középfrekvenciás mennyiségeket (kimenő áram, feszültség, teljesítmény, frekvencia), a táphálózat feszültségét és a hűtővíz hőfokát mutatják. Egy fogyasztásmérő méri a táphálózatból felvett energiát. A vízhűtés körébe az induktortekercs, vízhűtéses kondenzátorok és fojtótekercsek, valamint a tirisztor hűtőtönkök vannak bekötve. A berendezések bekapcsolása előtt ki kell nyitni a hálózati vízcsapot, ahonnan a hűtőrendszer a hűtővizet kapja. Ezután a berendezések már üzemkész állapotban vannak.



6. ábra: Az I—25 típusú, 30 kW, 4 kHz-es berendezés



7. ábra: Az I–100 típusú berendezés

A szekrényekben minden alkatrész könnyen hozzáférhető. A 30 kW-os berendezésben az egyenirányító- és inverter-híd dugaszolható tirisztoros alapegységekből van felépítve. A szabályozó rendszer nyomtatott áramköri lapokon elhelyezett integrált áramkörökből áll. Mindez lehetővé teszi a hibák gyors megszüntetését, könnyebb a tartalékképzés is. A felhasznált alkatrészek túlnyomóan hazai gyártmányúak, vagy a többi szocialista országból származnak.

Az ismertetett két berendezés főbb adatait az 1. táblázat tartalmazza.

[Nagyobb teljesítményű (néhány 100 kW feletti) inverterek esetén a fő egységek mérete önmagában is jelentős. Ilyenkor külön helyiségben — a mostoha öntödei körülményektől elzártan — nagyobb egységenként szerelik össze az átalakítót, a középfrekvenciás energiát erősáramú síneken keresztül innen vezetik ki az indukciós tégelykemencéhez. Rendszerint önálló egységet alkot a hálózati transzformátor, az egyenirányító, az inverter, a simító fojtó, a kondenzátortelep és a szabályozó egység. Nagy teljesítmények esetén megnő a hűtőrendszer feladata. Tetemes csőhálózatával, vízlágyító és hőcserélő berendezéseivel szintén külön szerkezeti egységet alkot és helyileg is el van választva az elektromos részektől. Az olvasztás irányítása a kemence mellől történik a kezelő részére felállított műszerfalról. Itt vannak elhelyezve a kezelőszervek és ellenőrző műszerek.]

1. táblázat: Műszaki adatok

| | Type I-25 | Type I-100 |
|---|---|---|
| Tápfeszültség | 3x380 V<br>3x220 V | 50 vagy 60 Hz<br>50 vagy 60 Hz |
| Felvett teljesitmény | 50 kVA | 130 kVA |
| Töltés sulya | 25 kg | 100 kg |
| Olvasztási energiaigény | 1,2 kWó/kg | 1 kWó/kg |
| Névleges frekvencia | 4 kHz | 2 kHz |
| Névleges középfrekvenciás feszültség | | |
| Névleges kimenő teljesitmény | 30 kW | 100 kW |
| Vizfogyasztás (tiszta, max. 6° NK-u viz) | 35 l/perc | 60 l/perc |
| Szekrényméretek (hossz, szélesség, magasság) | 2570 x 1000 x 1800 mm | 2800 x 1000 x 1900 mm |

## A középfrekvenciás hevítő inverterek előnyei

A hevítési célú középfrekvenciás energiaforrások előnyös tulajdonságai jól megmutatkoznak pl. a motor-generátoros rendszerrel való összehasonlításban. A motor-generátoros és a statikus átalakítók működésében két alapvető különbség van. Az egyik, hogy a statikus átalakító önvezérlésű. Vagyis a tirisztoros inverter automatikusan hozzáigazítja működési frekvenciáját a megváltozott terhelési viszonyokhoz, a frekvenciája „csúszkál" (kb. 10—20%-ot), amikor pl. az induktorba anyagot tesznek vagy anyagot vesznek ki belőle, amikor az olvasztás során a fém beolvad, vagy amikor az olvadék hőmérséklete áthalad a Curie ponton és az acél elveszti ferromágnességét. Ezzel szemben a motor-generátor csak állandó frekvencián üzemeltethető, a terhelés változó meddőteljesítmény-igényét a kompenzáló párhuzamos kondenzátortelep átkapcsolásával lehet csak biztosítani az olvasztás folyamán. Így elérhető, hogy a terhelés teljesítménytényezője állandóan közel egységnyi legyen, azonban ez költséges, karbantartást igénylő és elhasználódó kapcsolókat (kontaktorokat) és hozzájuk tartozó automatikát igényel.

A tirisztoros inverter működése alatt nem kell a kompenzáló kondenzátor értékét változtatni, nincs szükség a kapcsolóberendezésre sem. Ugyanaz az inverter azonban a kondenzátor megváltoztatásával — vagyis a terhelő kör saját frekvenciájának megváltoztatásával — széles frekvenciatartományban üzemeltethető, ami igen rugalmas felhasználást tesz lehetővé.

A két energiaforrás működésében levő másik alapvető különbség a tirisztorok felhasználásából adódik:

- a tirisztorok alkalmazása nagyobb hatásfokú energiaátalakítást tesz lehetővé: ez kb. 90—95%, szemben a motor-generátor 80—90%-os hatásfokával
- kisebb az üresjárási veszteség, ennek a ténynek szakaszos üzemben nő meg a jelentősége
- a tirisztoros inverter igen gyors: az indítás után 100—500 msec múlva már működik
- könnyen szabályozható: alacsony jelszintű tirisztor-gyújtóimpulzusokkal lehet beavatkozni működésébe az egyenirányító- és inverter-híd tirisztorain keresztül
- az esetleges hibákból adódó üzemzavarok gyorsan megszüntethetők, mivel az elemek nagy része percek alatt cserélhető
- a tirisztoros átalakító fenntartási költségei alacsonyak: minimális elhasználódó, mozgó alkatrészt tartalmaz, a félvezető tirisztorok élettartama a megengedett igénybevétel mellett korlátlan, a tirisztoros inverterben jóformán csak a hűtőrendszer igényel némi karbantartást.

A statikus középfrekvenciás energiaforrás néhány további előnye a motor-generátoros tápegységgel szemben a következő:

- könnyebb: a teljesítményre vonatkoztatott fajlagos súlya (kg/kW) kisebb
- csöndesebb: elmarad a csapágy- és ventillációs zaj
- a teljesítménytől függően olcsóbb, vagy közelítőleg egy árban van forgógépes társával, üzemköltségeit tekintve pedig egyértelműen olcsóbb

— hűtővíz szükséglete kisebb: pl. a 30 kW-os tápegység hűtővíz igénye 35 l/perc, míg forgógépes megfelelőjének kb. 120 l/perc
— nincs szükség alapozásra.

Ez utóbbi előny nem csak az alapozási költségek megtakarításában jelentkezik. A kisebb teljesítményű inverterek (néhány 100 kW-ig) nincsenek helyhez kötve, könnyen telepíthetők egyik helyről a másikra.

Csehszlovákiában egy öntöde létesítése során ívkemencék, kúpolókemencék mellett többek között felszereltek három, egyenként 4 t acél olvasztására alkalmas 2,2 MW-os statikus frekvenciaátalakítót is a hozzájuk tartozó indukciós tégelykemencével. Itt a statikus középfrekvenciás energiaforrásoknak azt az előnyös tulajdonságát, hogy nincs szükségük alapokra a kemencék adagolásánál tudták hasznosítani. Az olvasztandó fém szállítására ugyanis alagutakat terveztek a frekvenciaátalakító telep alatt. [1]

**A középfrekvenciás hevítő inverterek ipari alkalmazásának távlatai**

A kohászatban az olvasztás és hőntartás műveletei terén világszerte egyre jobban tért hódít az indukciós eljárás és azon belül a statikus középfrekvenciás energiaforrások alkalmazása, mind jobban visszaszorítva a kúpolókemencében koksszal történő hevítést.

Ez a jelenség szorosan összefügg a koksz és a villamos energia árának alakulásával. 1955—1970-ig a koksz árának mintegy 100%-os emelkedése volt tapasztalható a vezető ipari országokban, ugyanakkor a villamos energia ára — az egyes országok statisztikai évkönyvei szerint — országonként kissé nőtt ill. csökkent, tendenciáját tekintve stagnált. Az energiaárak ilyen alakulása mellett előremutató Svédország példája, ahol már 1970-ben a vas 70%-ának olvasztása és hőntartása villamos energiával történt.

A kúpolókemencéből egy tonna vas megolvasztása során 8—12 kg por távozik el. Ennek a nagy mennyiségű pornak a kijutása a légtérbe ma már környezetvédelmi szempontból megengedhetetlen. Új létesítményekbe általában kötelező porleválasztó beépítése. Egy hatásos porleválasztó ára azonban a kupolókemence árának 20—25%-a.

További előny a villamos energiával történő olvasztás javára, hogy a villamos kemencék nyersanyaga olcsóbb, mint a kúpolókemencéké.

Új létesítményekkel kapcsolatban egyre több összehasonlító gazdasági számítás lát napvilágot, amelyek gazdaságosabbnak tartják a villamos hevítést a koksszal, gázzal vagy olajjal történő hevítésnél.

A közvetlenül kimutatható nagyobb gazdaságosságon felül a jobb metallográfiai szabályozhatóság, a tisztább technológia és az újabban megjelent statikus energiaátalakítók számos kedvező tulajdonsága (magas fokú automatizáltság, azonnali üzemkészség stb.) szintén a villamos energiával történő hevítés további gyors elterjedése mellett szól.

Ez az irányzat biztosítja, hogy a középfrekvenciás hevítő inverterek ipari alkalmazása a jövőben tovább fokozódik, a felhasználás köre pedig egyre tágul. Az utóbbi néhány év tapasztalatai is erre mutatnak. Az AEG cég pl. 1971 óta indukciós hevítés céljára 125 berendezést adott el az adat közlésének időpontjáig. Ebből minden negyedik berendezés volt csak motor-generátoros kivitelű, a többi pedig tirisztoros inverter. Angol becslések szerint az indukciós hevítés területén a tirisztoros inverterek aránya az 1972. évi 35%-ról 1975-re 80%-ra emelkedik. A Szovjetunióban inverter sorozatokat fejlesztettek ki az ipar számára. Kanadában és az Egyesült Államokban 50—100 MW-os indukciós kemencéket építenek.

Használnak már tirisztoros invertert autóalkatrészek indukciós edzésére (AEG gyártmány, 300 kW-os, 10 kHz-es berendezés), alkalmazzák a csőgyártásban (Siemens, 10 MW, 500—1000 Hz). Csehszlovákiában nagytisztaságú üveget készítenek 10, 50 és 100 kW-os inverterekkel, platina tégelyben olvasztva az üveget.

A tirisztoros inverter-tecnhika előtt tehát nagy távlatok állnak. A fejlődés iránya azt mutatja, hogy a tirisztoros középfrekvenciás hevítő inverterek felváltják versenytársaikat alkalmazásuk minden területén, lehetővé teszik a korábbi gyártási technológiák továbbfejlesztését és egy sor új gyártási eljárás bevezetését.

**Irodalom**


[1] Négytonnás indukciós tengelykemencék az n. p. TATRA Koprivnice új öntödéjének üzemében = Slévárenstvy, 1973. évf. 21. köt. 8. sz. 324—327. old.

[2] FRANK, W. E.: New Development in High Frequency Power Sources = IEEE Trans. Ind. Gen. Appl., Vol. IGA—6, 1970. Jan./Febr. 29—35. p.

[3] PELLY, B. R.: Latest Developments in Static High Frequency Power Sources for Induction Heating = IEEE Trans. Ind. Electron. Contr. Instrum., Vol. IECI—17, 1970. June 4. sz. 297—312. p.

[4] DR. RÁCZ, I., MIKLÓSNÉ, D., LUPÁN K., DR NAGY I.: Középfrekvenciás tirisztoros inverter= Erősáramú Elektronika Konferencia, Budapest, 1970.

[5] REVANKAR, G. N., GADAG, S. A.: Analysis of High Frequency Inverter Circuit = IEEE Trans. Ind. Electron, Contr. Instrum, Vol. IECI—20, 1973. Aug. 178—182. p.

[6] REVANKAR, G. N., GADAG, S. A.: A High Frequency Bridge Inverter with Series-Parallel Compensated Load = IEEE Trans. Ind. Electron. Contr. Instrum., Vol. IECI=21, 1974. Febr. 1. sz. 18—21. p.

KEMÉNY TAMÁS
(MMG - AM KFI)

# ÚJ EREDMÉNYEK AZ ELEKTRONIKUS ERŐMÉRÉSBEN*

Az elektronikus anyagvizsgáló gépek, valamint a hitelesíthető, közforgalmi elektronikus mérlegek térhódítása új feladatok elé állította az erőmérőcellákat és elektronikus berendezéseket fejlesztő, ill. gyártó intézményeket. A tanulmány részletesen ismerteti a pontossági és rendszertechnikai követelményeket és példákat sorol fel a legfejlettebb megoldásokra. A Tensicell—HSP erőmérőcellák, a Tensi-Master kézi kompenzátor, a Tensiquant automatikus kompenzátor és a Tensitest elektronikus anyagvizsgálógép család az idevonatkozó technika legfejlettebb magyar eredményei.

ETO: 531.781.022.77

A legutóbbi néhány év alatt a mérőérzékelők és a jelfeldolgozó elektronikus műszerek fejlesztése során a tématerületen világméretekben olyan eredmények jöttek létre, melyeket érdemes összefoglalni és bizonyos következtetéseket levonni.
Általánosan megállapítható, hogy a nagypontosságú méréstechnikában a nyúlásmérőbélyeges erőmérőcellák egyeduralkodóvá váltak. Ez önmagában meglepő tény, két okból is. Egyrészt az analóg mérési módszer sikerét jelenti, számos közvetlen digitális kimenőjelű próbálkozással szemben. Másrészt az analóg elektromechanikus jelátalakítási módok között is a legkisebb kimenőjelszintet biztosító módszer győzedelmeskedett. A relatív ellenállásváltozás ezrelék nagyságrendű és ezt sikerült durva ipari körülmények között 1000 osztásnál is nagyobb felbontóképességgel, éves nagyságrendű állékonysággal, a mérésügyi hatóságok tanúsítványai szerint mérni. Ez a kb. 10 V-os cellatápfeszültség egy milliomod részének megbízható és pontos feldolgozását jelenti.
A mérlegtechnikában és az elektronikus anyagvizsgálógépek területén ugyanezeket a precíziós erőmérőcellákat jelentősen eltérő körülmények között és alapvetően eltérő mérésügyi előírásoknak megfelelően igyekeznek alkalmazni.

* Elhangzott a Drezdai Műszaki Egyetem „8. Fachkolloquium Informationstechnik 1975" rendezvényén.

A következőkben részletesen tárgyaljuk a technológiai és közforgalmi mérlegeknél, valamint az anyagvizsgáló gépeknél felmerülő követelményeket és a korszerű megoldásokat.

## Mérlegtechnika

A technológiai mérlegeknél a felső méréshatárra vonatkoztatott pontosság terjedt el, mint a specifikáció alapja. Ezek általában rendkívül durva körülmények között működő berendezések, olyan helyeken alkalmazzák, ahol eddig mérlegelés egyáltalán nem volt lehetséges. Ilyen pl. a kohászati öntőüstmérleg vagy a forró bugák hengersori mérlegelése. Jellemző zavaró körülmények: a kb. 100 °C hőmérsékletingadozás, hálózati feszültségletörések, mágneses tér, kúszóáramok, gázos, poros agresszív atmoszféra. Ilyen viszonyok mellett a pontatlanságot sikerült $\pm$ 0,1 ... + 0,25%-ra csökkenteni.
A mérlegtechnika másik ága a hitelesítési kényszer alá tartozó, közforgalmi mérlegek családja. A korábban igen heterogén hitelesítési előírások nemzetközi egységesítése nagy léptekkel halad előre, az OIML (Organisation Internationale de Metrologie Légale) ajánlásai alapján. Magyarországon a szabványtervezet elkészült MSZ 5000/2T számon.
Az OIML a mérlegeket 4 pontossági osztályba sorolja. Ezek: a kiemelt, nagy, közepes és kis pontossági osztályok. Általános közforgalmi célokra előreláthatólag a közepes pontossági osztályt fogják elfogadni. Itt, amennyiben egy osztásérték 10 kg vagy annál nagyobb, az osztások száma 750-től 10 000-ig terjedhet. A megengedhető osztásérték 1, 2, 5 vagy ezek 10-nek egész számú hatványaival szorzott értékei. A mérleg üzembehelyezésekor megengedett hibahatárok a Q terhelés függvényében:

| terhelés | Megengedett hiba |
|---|---|
| $O < Q \leq 500$ d | $\pm$ 0,5 d |
| 500 d $< Q \leq$ 2000 d | $\pm$ 1 d |
| 2000 d $< Q$ | $\pm$ 1,5 d |

ahol d a mérleg osztásértéke. Használat közben a fenti hiba kétszerese engedhető meg.

Amennyiben a mérleg 2 főrészből áll és ezek (pl. hídszerkezet és kijelző műszer) jellemzői önállóan is vizsgálhatók, azokra egyenként a megengedett hiba 0,7-szerese fogadható el.

A terhelésállóságot külön vizsgálják: egyrészt 30 perces terhelés után a nullhelyzetet ellenőrzik és az 0,5 d-nél nagyobb mértékben nem változhat. Másrészt 8 órás tartós terhelés során a mérleg értékmutatása maximálisan a mindenkor megengedett hiba abszolút értékével változhat meg.

Ezeket a szigorú feltételeket teljesíteni kell akkor is, ha a hálózati feszültség +10 ill. —15% határok között ingadozik, és a környezeti hőmérséklet

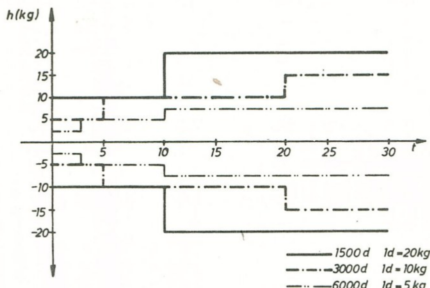
— szabad tér esetén —20 ... +50 °C
— fedett tér esetén —10 ... +40 °C és
— zárt tér esetén +10 ... +40 °C

határok között változik.

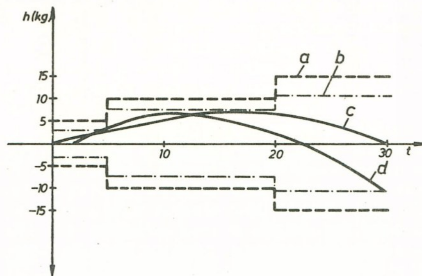
Az általánosan használatos statisztikai megfogalmazások helyett a mérlegtechnikában az az igen szigorú előírás érvényes, hogy az előírt pontosságot minden egyes mérési adatnak teljesíteni kell. Mivel a mechanikus mérlegek ezeket a követelményeket teljesítik, nem tesznek kivételt a közforgalmi célú elektronikus mérlegekkel sem.

Vizsgáljuk meg, hogy ez milyen követelményt jelent az erőmérőcellákkal szemben. Vegyünk példaként egy 30 t-ás hídmérleget. Ez a fenti feltételekkel 1500, 3000 vagy 6000 osztás felbontással készülhet, amikor is az osztásérték 20, 10 vagy 5 kg. Az első hitelesítésnél megengedhető hibát az 1. ábra szemlélteti.

Válasszuk a 3000-es felbontóképességű mérleget (2. ábra). Ennek hídszerkezetére a hibák 0,7-szerese engedhető meg (b törtvonal). A 4 db erőmérőcella eredő hibagörbéje a c vagy d szerint alakulhat, tehát a megengedhető max. hiba a c esetben 7, a d esetben 10,5 kg, azaz a 30 t végterhelésre vonatkoztatva a c esetben kb. ± 0,02%, a d esetben kb. 0,03%.




1. ábra: Egy 30 tonnás közforgalmi mérleg első hitelesítési hibahatárai 1500-as, 3000-es és 6000-es felbontóképesség esetén




2. ábra: Egy 30 tonnás 3000-es felbontóképességű közforgalmi mérleg hibahatárai
a: a teljes mérleg, b: a hídszerkezet hibahatára, c és d: az erőmérőcellák hibagörbéje

Ezen belül kell lenni a linearitás, hiszterézis, reprodukálóképesség hibájának, a hídrögzítés, sarokterhelés hibaforrásainak és a hőmérsékleti hibának együttesen!

A rendkívüli műszaki nehézség ellenére az utolsó tíz év gyakorlata mégis megcáfolta a papírformát, mert kb. 1965-től — nagy szenzációt keltve — megjelentek az első hitelesített elektronikus mérlegtípusok. Az engedélyezés folyamata, a mérésügyi hivatali típusvizsgálat, majd az ipari környezetben végzett egyedi hitelesítés nem kis gondot okozott az illetékes szerveknek, mert az engedély kiadásával a hivatal az előírt újraithelesítésig mintegy átvállalja a felelősséget a mérleg pontos és csalhatatlan működéséért.

Európában az angol Department of Trade and Industry és az NSZK-beli Physikalisch Technische Bundesanstalt rendelkezik ebben a vonatkozásban a legtöbb tapasztalattal. Az 1974. szept. 3—6-ig Szegeden megrendezett IMEKO Nemzetközi Mérlegtechnikai Konferencián több ország mérésügyi hivatalának képviselői is résztvettek és a kerekasztal megbeszéléseken élénk vita alakult ki ezekben a nagyon is aktuális kérdésekben.

A feladat teljesítésére világszerte megkezdődött a precíziós sőt szuperprecíziós erőmérőcellák fejlesztése. Megjelentek a 0,5 ezrelékes, sőt még pontosabb cellák, egész oldalt kitevő részletes specifikációval. A hiteles mérlegben történő alkalmazás azonban anynyira speciális feladat és oly mértékben eltér pl. az elektronikus szakítógépekben való felhasználástól, hogy erre a feladatra célszerű a mérőcellát külön bemérni és specifikálni. Egyes cégek ezt meg is teszik és OIML szerinti felbontóképesség alapján specifikálnak. A német nyelvhasználatban most kezd elkülönülni a „Kraftmessdose" erőmérőcella és a „Wägezelle" mérlegcella szóhasználat és fogalomalkotás.

Az első hiteles elektronikus mérlegek nagypontosságú és főként nagy reprodukálóképességű erőmérőcellákat és analóg automatikus kompenzátort tartalmaztak. Az összehitelesített elrendezés — pl. 2500-as felbontóképességgel — lehetőséget ad a mérőcella linearitás-hibájának a kompenzátorban való kiegyenlítésére.

Az elektronika vonalán a félvezető, majd integrált áramkörök rohamos terjedése az utolsó 5 évben máris háttérbe szorította az analóg kompenzációs kijelző műszereket és a különböző cégek digitális kijelzői 5000—20 000 lépésig terjedő maximális felbontóképességet biztosítanak.

Ez a fejlődés a megbízhatóság, élettartam, rázásállóság vonatkozásában is jelentős eredményt hozott, mégis a hitelesíthető elektronikus mérleg céljára külön áramkörökkel kell gondoskodni az önellenőrzés lehetőségéről, a hibás kijelzés vagy adatrögzítés megakadályozásáról.

A mérlegek jelentős részét ma már számítógépes rendszerekben alkalmazzák. Amennyiben az aritmetikai műveleteket és bizonylatolást a számítógép végzi, ennek üzembiztonságáról, rosszindulatú hozzáférhetetlenségéről mérlegtechnikai szempontból is meg kell győződni a fentiek szerint. Ez szinte beláthatatlan feladatokat ró a mérésügyi hivatalok mechanikus mérlegek hitelesítéséhez szokott mérlegtechnikai laboratóriumaira.

A teljes rendszer céljától és felépítésétől függően a hiteles mérleghez csatlakozó nyomtató, vagy adatfeldolgozó egységek hitelesítéstechnikai megítélésére pl. az NSZK-ban a PTB gyakorlata szerint 3 lehetőség adódik:

— nem hitelesítésköteles
— ellenőrzésköteles, vagy
— hitelesítésköteles.

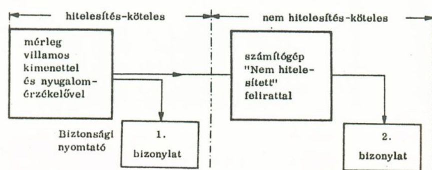
N e m h i t e l e s í t é s k ö t e l e s pl. az adatfeldolgozó rendszer, ha hiteles mérleghez hiteles biztonsági nyomtatószerkezet tartozik és az adatfeldolgozás külön párhuzamos csatornán fut. Ilyenkor az adatfeldolgozó egységre „Nem hitelesített" feliratot kell tenni és a bizonylaton is utalni kell arra, hogy a hiteles adatokat a másik, a hitelesített nyomtató bizonylata tartalmazza (3/a ábra).

E l l e n ő r z é s k ö t e l e s minden szabadon programozható adatfeldolgozó rendszer, ha nincs közvetlenül a mérleghez csatlakozó biztonsági nyomtató. Ez azt jelenti, hogy a hitelesítő hatóság időnként ellenőrzi, hogy a berendezés helyesen és megbízhatóan működik és a mért értékeket hibás kezeléssel nem lehet-e meghamisítani. A rendszert megfelelő ellenőrző szervekkel kell ellátni.

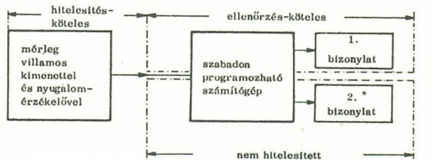
Az ellenőrzési kötelezettség alól mentesíteni lehet a rendszer bizonyos egységeit, pl. kártya- és szalaglyukasztókat, adattárolókat, ha van az ellenőrzött rendszerben egy külön adatnyomtató. Ekkor a nem ellenőrzött készülékek bizonylatain fel kell tüntetni, hogy az ellenőrzött nyomtató adatai melyik bizonylaton találhatók (3/b ábra).

Végül h i t e l e s í t é s k ö t e l e s minden fix programozású adatfeldolgozó rendszer, ha a mérleghez hiteles nyomtató nem csatlakozik. Ilyenkor pl. egy alfanumerikus adatnyomtató nyomtatási képén a hiteles súlyadatokat egy olyan jellel kell megkülönböztetni, amely a normál tasztatúráról nem működtethető. A súlyadatokat ezen kívül pl. folyamatos sorszámozással azonosíthatóvá kell tenni (3/c ábra).

A kimagasló műszaki eredmények ellenére meg kell állapítani, hogy a mérlegipar összvolumenéhez viszonyítva a hitelesített elektronikus mérlegek részaránya ma még igen alacsony. Ennek ellenére a döntő lépés, a frontáttörés megtörtént, a rohamos terjedésnek többé elvi akadálya nincs.

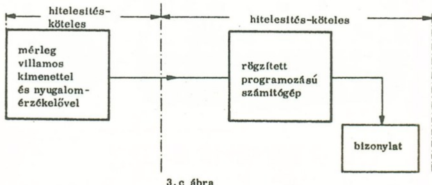



3.a ábra




* A számlán a következő szövegnek kell állni: "A Mérésügyi Hivatal által ellenőrzött berendezés súly-adatát az 1. bizonylat tartalmazza."

3.b ábra




3.c ábra

3. ábra: A teljes mérlegrendszer hitelesítéstechnikai megítélésének változatai

A következőkben említést teszek néhány kimagasló eredményről a tématerületen. Az angliai Northfleet cementgyárban pl. 24

elektronikus vasúti hídmérleg működik. A mérlegeket négyes csoportokban lehet a közös elektronikus központhoz kapcsolni. Az analóg kimenet működteti a durva és finom adagoló szerveket, a digitális kimenet vezérli a tára-, bruttó és nettó súly-nyomtatót. Ez a hitelesített rendszer max. 100 t bruttó súlyú vagonokat mér és kapacitása max. 1840 t/óra. Bármelyik négyes vagoncsoportot 5 perc alatt tudja megtölteni.

A mérleg felbontóképességére jellemző egy másik példa. A londoni Szt. Tamás közkórházban működik egy olyan 500 kg méréshatárú, ágyszerkezetbe épített betegmérleg, amely 20 g-os változásokat már feldolgoz. Ez 25 000 lépés felbontóképességet jelent.

A hiteles elektronikus mérlegkonstrukcióba vetett bizalomra jellemző az a tény, hogy az angol East Kolbridge-i National Engineering Laboratory áramlásmérő kalibráló laboratóriumában ilyen mérleg működik a nemzeti normál berendezésben.

A szocialista országok között a Magyar Népköztársaság mérlegipara specializálódik a nagypontosságú elektronikus mérlegek gyártására. A Tensicell—HSP erőmérőcella-sorozat ± 0,025%-on belüli pontatlansággal képezi a precíziós mérőátalakítót. Az elektronikus műszerek területén a Tensi-Master kézi kompenzátor (4. ábra) 200 000-es felbontóképességgel és a Tensiquant automatikus kompenzátor (5. ábra) 5000-es felbontóképességgel végzi a jelfeldolgozást.

Jelenleg a magyar, német és csehszlovák mérésügyi hivatalokkal van megállapodásunk hitelesítési vizsgálatok elvégzésére.



4. ábra: A Tensi-Master kézi-kompenzátor

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy az elektronikus mérlegtechnika a gépészet és az elektronika speciális módszereit együttesen alkalmazza. A hagyományos mérlegek kialakítása során szerzett precíziós mechanikai technológiai ismeretek nélkül az elektronikus mérlegek sohasem érték volna el a hitelesítési szint követelményeit.

Az 1974-ben Szegeden megrendezett „Korszerű hitelesíthető mérlegek" tárgyú nemzetközi IMEKO-Konferencián a résztvevők megfogalmazták azokat a feladatokat, amelyeket társadalmi síkon, az IMEKO „Erő- és Súlymérési Nemzetközi Bizottság" további aktivitása keretében javasolnak megoldani.



5. ábra: A Tensiquant-V automatikus kompenzátor

Ilyen téma az erőmérőcella és mérlegcella fogalom szétválasztása, a jellemző műszaki adatok meghatározása és mérési módszerének egységesítése. Egy másik ad-hoc albizottság fog a tengerentúli, az angolszász, a nyugat-európai és a szocialista hitelesítési előírások és a típusvizsgálatok során kialakult gyakorlat összehasonlításával foglalkozni.

A kialakuló nemzetközi társadalmi aktivitás hozzájárul az információcsere növeléséhez és a kapcsolatok elmélyítéséhez.

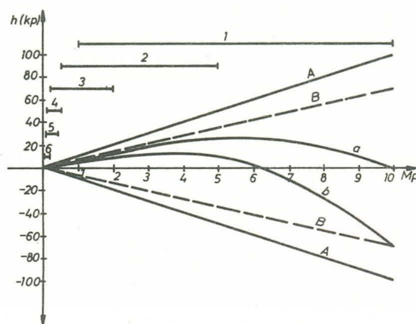
## Anyagvizsgálat

Az erőmérő műszereket az elektronikus mérlegektől lényegesen eltérő körülmények között és alapvetően eltérő pontossági követelményeknek megfelelően használják az e l e k t r o n i k u s a n y a g v i z s g á l ó g é p e k. Az elektronikus szilárdságvizsgáló gépek fő előnyei a mechanikus gépekkel szemben

— a nagyobb merevség,
— több méréshatár,
— egyszerű méréshatárváltás,
— tetszőleges tartomány kinagyíthatósága,
— sokoldalú programozhatóság.

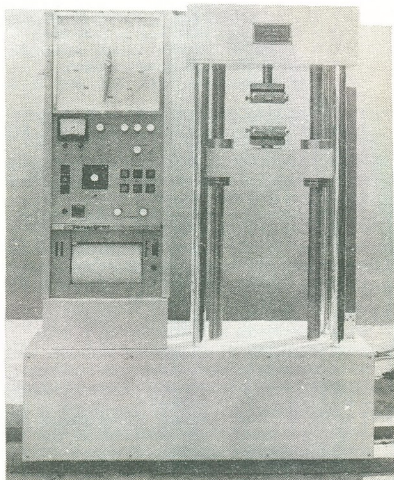
A korszerű húzó- és nyomóerővizsgáló gépek egyszerű átkapcsolással, erőmérőcella-csere nélkül 2—6 méréshatárt tudnak átfogni. Így pl. egy 10 000 kp méréshatárú erőmérőcellával 10 000, 5000, 2500, 1000, 500 és 25 kp felső méréshatár állítható be. A hitelesítéshez szükséges pontossági előírás $\pm 1\%$ a mindenkori mért értékre vonatkoztatva, a mérési tartomány 10 és 100%-a között. Ezt diagramban a 6. ábrán mutatjuk be. Ebből az erőmérőcellára mintegy 70% engedhető meg. Itt még külön szigorítás az is, hogy a kezdeti tartományban, ahol illeszkedési problémák miatt a legnagyobb pontatlanság szokott mutatkozni, a diagramban látható fokozott pontossági igény áll fenn.

A nehézségek ellenére ma már számos cég gyárt ilyen gépeket. Magyarországon kidolgoztuk a Tensitest 101 típusú elektronikus szakítógép-családot 2,5; 5 és 10 Mp méréshatárokkal (7. ábra). Együttműködést építünk ki a Werkstoffprüfmaschinen (Leipzig) céggel az elektronikus anyagvizsgáló gépek széles választékának kialakítására.




6. ábra: 6-méréshatárú elektronikus szilárdságvizsgáló gép hitelesítési hibahatárai
1, 2, 3, 4, 5, 6: hibahatárok a 10, 5, 2, 1, 0,5 és 0,2 Mp méréstartományok esetén,
A: a gép megengedett hibasávja,
B: az erőmérőcella megengedett hibasávja,
a: hibagörbe, a skála kezdő és végpontját pontos értéknek feltételezve,
b: hibagörbe, csak a nullpontot pontos értéknek feltételezve.

Összefoglalva megállapítható, hogy mind az elektronikus mérlegek, mind az anyagvizsgáló gépek területén a minőségi igények annyira megnőttek, hogy azokat csak az idevonatkozó technika legfejlettebb eszközeivel és a gyártók, valamint felhasználók legnagyobb szakértelmével lehet kielégíteni. A nemzetközi együttműködés és tapasztalatcsere nagymértékben hozzásegít a feladatok megoldásához, a termelési és ellenőrzési folyamatok automatizálásához, számítógépes irányításához.



7. ábra: Tensitest elektronikus anyagvizsgáló gép

**Irodalom**

[1] NELTING, H.: Eichfähige elektromechanische Waage. VDI-Nachrichten Nr. 35, 31. Aug. 1966.
[2] FRICKE, H. W.: Eine elektronische 10 t Brückenwaage für eichfähig erklärt. Fördern und heben 1966, H. 10. p. 827—929.
[3] Die eichfähige elektromechanische Waage ist da! Transport und Lager, 15. k. 11. sz. 1966. p. 305.
[4] Erste eichfähige elektronische Waage. Allgemeine Papierrundschau 1966, 41. sz. nov. 5. p. 1452.
[5] FRICKE, H. W.: Eichfähige elektronische Handelswaage. ETZ—B Bd 19 (1967) H. 3. p. 73—76.
[6] HORN, K.: STEINHAUER, J.: Der Weg zur eichfähigen elektromechanischen Waagen. Siemens Zeitschrift, 41. k. 3. sz. 1967. p. 187—195.
[7] MERCIER, M.: Le pesage electronique sur ponts roulants. Manutention — Stockage Vol. 18. Nr. 150, 1968. okt. p. 167—175.
[8] HIVATALI KÖZLEMÉNYEK: Hitelesítési engedélyek elektronikus mérlegre. PTB Mitteilungen 4/68. p. 312.
[9] HIVATALI KÖZLEMÉNYEJ: Hitelesítési engedélyek elektronikus mérlegre. PTB Mitteilungen. 3/69. p. 203.
[10] HIVATALI KÖZLEMÉNYEK: Hitelesítési engedélyek elektronikus mérlegre. PTB Mitteilungen. 1/70. p. 50.
[11] BROCKI, G., STILLER, H.: Die messtechnische Prüfung von Waagen im gesetzlichen Messwesen der Bundesrepublik Deutschland. Schweizer Archiv Vol. 37. 1971. aug. p. 261—264.

[12] SACHT, H. J.: Die Entwicklung der Federwaage als Handelswaage im eichpflichtigen Verkehr. Wägen und Dosieren 2/1971/H2 S42 és H3 S28.
[13] SÜSS, R. Sandhack, F.: Anschluss von Datenverarbeitungsanlasen an Wägeeinrichtungen für den eichpflichtigen Verkehr. PTH. Mitteilungen, 82. k. 4. sz. 1972. aug. p. 213—216.
[14] PETIK FERENC: Újabb típusú mérlegek hitelesítései problémái Magyarországon. Mérés és Automatika 1972. XX. évf. 3. sz. p. 86—90.
[15] HIVATALI KÖZLEMÉNYEK: Hitelesítési engedélyek elektronikus mérlegekre. PTB Mitteilungen 3/73. p. 175. 176. 177, 178.
[16] HIVATALI KÖZLEMÉNYEK: Hitelesítési engedélyek elektronikus mérlegre. PTB Mitteilungen 5/73 p. 361, 362, 365, 366.
[17] 1. Internationaler Waagenkatalog. Verlag für Fachliteratur GmbH, Berlin.
[18] BITTER, K. H.: Automechanische Annahmewaage in eichfähiger elektromechanischer Ausführung. Mühle und Mischfuttertechnik, 110. k. 9. sz. 1973. márc. 1. p. 125—126.
[19] Neue elektromechanische Digital-Industriewaage. Technica 22 (1973) Nr. 19, p. 1798.
[20] STEINHAUER, J.: Elektromechanische Waagen mit frequenzanalogen Messwertwandlern. Regelungstechnische Praxis und Prozess-Rechentechnik 15 (1973), Nr. 3. p. 65—71.
[21] PAPP, K.: Der digitale Kompensator Tensiquant mit eichfähiger Genauigkeit für industrielle elektromechanische Waagen. VDI—Berichte Nr. 202, 1973. S. 65—69.
[22] Le pesage electronique dans les charbonnages. Automatique + Informatique Nr. 21. nov. 1973. p. 21—25.
[23] VAUGHAN, P.: Tipping the Scale in Favour of Load-Cell Weighing. The Engineer, 18. Oct. 1973. p. 38—41.
[24] HIVATALI KÖZLEMÉNYEK: Hitelesítési engedélyek elektronikus mérlegre. PTB Mitteilungen 1/74, p. 45, 47, 49.
[25] PROFOS, P.: Handbuch der industriellen Messtechnik. Vulkan-Verlag, Essen 1974.
[26] EMMERT, A.: Vollautomatische Waagen und Wägeanlagen zur Prozessteuerung und Automatisierung. Messen + Prüfen/Automatik 10 (1974), Nr. 1. p. 19—22.
[27] KEMÉNY, T.: Hitelesíthető elektronikus mérlegek. Megnyitó előadás a „Korszerű hitelesíthető mérlegek" IMEKO-Konferencián, Szeged, 1974. szept. 3—6.
[28] DAMBACHER, M.: Measurement Equipment for the Investigation of Force Measuring Devices of Material Testing Machines during Static and Higher Rates of Loading. VDI-Berichte Nr. 212, p. 73—84.
[29] KEMÉNY, T., KOVÁCS, S., PAPP, K.: A Novel Superprecision Force Transfer Standard, VDI-Berichte Nr. 21. p. 65—72.
[30] TRAPP, W.: Tendenzen Künftiger Eichvorschriften für elektromechanische Waagen und Waagen mit elektronischen Einrichtungen. Proceedings of the IMEKO Conference „Up-to-date Verifiable Weighing Machines" Szeged, Hungary, 3—6. Sept. 1974.
[31] BLOSS, R. L.: Trend Relating to Verification of Testing Machines and Weighing Equipment. Proceedings of the IMEKO Conference „Up-to-date Verifiable Weighing Machines" Szeged, Hungary, 3—6 Sept. 1974.
[32] ORMOND, A. N.: Electronic Weighing and Computerized Batching System. Proceedings of the IMEKO Conference „Up-to-date Verifiable Weighing Machines" Szeged, Hungary, 3—6 Sept. 1974.



## Kollokvium a gépipari és kohászati adatbankszervezésről

A Gépipari Tudományos Egyesület Automatizálási Szakosztályának Számítógép Alkalmazási Szakbizottsága az Országos Bányászati és Kohászati Egyesülettel közösen 1975. október 29—30-án, Sopronban rendezte meg a „Kohászati és Gépipari Adatbankszervezési megoldások és tapasztalatok" kollokviumot. A kollokvium tárgya az adatbank létrehozásának vállalaton belüli körülményei és problémái voltak.

Megtárgyalásra kerültek az alábbiak:
— a termelésirányítás területén megoldandó feladatok miért igényelték az adatbank felépítését,
— hogyan történt az előszervezés és milyen fokozatban történt a bevezetés,
— milyen szervezeti és információáramlásbeli változást jelentett az adatbank bevezetése,
— az adatbank bevezetésének pszichológiai háttere.

A kollokvium során a részt vevők megismerkedhettek a Győri Vagongyár és a Csepeli Vasmű adatbankszervezési tapasztalataival. A hazai előadókon kívül, bolgár és csehszlovák szakemberek ismertették országaik adatbank szervezési tapasztalatait.
Az előadásokat élénk kerekasztal megbeszélések követték.

MADASNÉ DOBLER MÁRTA - PRINTZ GÁBOR - STRÉTER IMRE
(VKI)

# TELEBUS TELEMECHANIKAI RENDSZER

**A VEIKI-ben a TELEBUS univerzális telemechanikai rendszer fejlesztése folyik a Villamos Berendezés és Készülék Művek megbízása alapján.
A TELEBUS rendszer nagy kiterjedésű, bonyolult folyamatok irányítására alkalmas, számítógéppel vagy anélkül. A rendszer kifejlesztésénél elsősorban a villamosenergia-ipar követelményeit vettük figyelembe, de a rendszer más területén is alkalmazható. A TELEBUS rendszer és annak egységei moduláris felépítésűek, ez lehetővé teszi a rendszer egyszerű és rugalmas bővítését.**

ETO: 621.398:681.327.8

A magyar villamosenergia-ipar további fejlődésének elengedhetetlen feltétele mind országos, mind körzeti szinten a számítógépes folyamatirányítás megvalósítása. Az alsó és középszintű állomások igen nagy száma azonban nem teszi lehetővé számítógéphálózat kiépítését. A számítógépárak és software-költségek jelenlegi szintjén az országos központ mellett csak a körzeti központokban van reális lehetőség számítógép alkalmazására. E gépek adatgyűjtési és távvezérlési feladataikat a velük on-line kapcsolatban álló speciális real-time periféria — a telemechanikai rendszer — segítségével látják majd el. A különböző helyen települt al- és főközpontok információforgalma a bit-soros, byte-soros sínnek tekinthető hírközlő vonalon valósul majd meg.

A szükséges volumenre való tekintettel fontos népgazdasági érdek a hazai berendezések alkalmazása, ezért fejlesztjük ki Intézetünkben a TELEBUS telemechanikai rendszert. Ebben a rendszerben a Körzeti Diszpécser Szolgálatoknál kialakult többszintes üzemirányítás szem előtt tartásával olyan összetett automatikát dolgoztunk ki, melynek segítségével egyes földrajzi körzetek üzemirányítása autonóm módon történhet, s a rendszer főközpontjába csak az alapvető fontosságú információk futnak be.

A TELEBUS — mint minden korszerű telemechanika — mind rendszer —, mind készülékszinten moduláris felépítésű. Egy konkrét rendszer az al- és főközponti egységek, ezeken belül különböző funkcionális egységek megfelelő csoportosításával építhető fel. Modularitásuk következtében a TELEBUS egységek nem kizárólag mérési-, jelzési-, illetve parancsinformációk nagy távolságú átvitelére alkalmasak, moduljaikból helyi mérésadatgyűjtő rendszerek is kialakíthatók.

A főközpontba megfelelő modulokat beépítve a TELEBUS számítógép nélkül, önállóan is alkalmas az adatgyűjtési és feldolgozási funkciók ellátására. Bár munkánk során elsősorban a villamos elosztóhálózatok folyamatirányítási igényeit tartottuk szem előtt, a TELEBUS rendszer víz-, olaj- és gázvezetékek felügyeletére ugyanúgy alkalmas. Ezt bizonyítja az a tény is, hogy első konkrét alkalmazására a Fővárosi Vízművek észak-pesti víztermelő rendszerénél kerül sor. Itt — első lépésként — egy 30 kutas körzet TELEBUS elemekből kialakított helyi mérésadatgyűjtő és feldolgozó központját helyezzük üzembe.

Ezt megelőzően, még 1975. januárban kezdtük meg egy al- és egy főközpont pont-pont közötti összeköttetésének próbaüzemeltetését a Budapesti Villamos Teherelosztó Szolgálatnál.

## A rendszer általános leírása

A TELEBUS telemechanikai rendszer főközpontból és hozzá hírközlő vonalon csatlakozó alközpontokból épül fel.

(Főközpont az az objektum, amelyből a távműködtetések kiindulnak, és ahova az alközpontból érkező információk befutnak. Alközpont az az objektum, amely a bemeneteire csatlakozó információforrások jeleit a főközpontba eljuttatja, illetve az onnan érkező távműködtető parancsokat fogadja.)

A TELEBUS bonyolult rendszerek központi ellenőrzésére is alkalmas, mivel egységeiből többszintű telemechanikai rendszer is kialakítható. Ez esetben a magasabb szintű rendszer főközpontja az alsóbb rendszerek központjaiban elhelyezett transzfer tárakból olvassa ki a kívánt információkat. Egy ilyen összetett, többszintes TELEBUS rendszer felépítését mutatja az 1. ábra.

A rendszer alapvető feladata az alközponthoz csatlakozó — galvanikusan leválasztott — információforrások — villamos kimenő jelű távadók, — kétállapotú jelzésadók stb. jeleinek

gazdaságos és megbízható módon a főközpontba való eljuttatása. A főközpont a vett

— jelzéseket,
— százalékosan mért értékeket, stb.

részben közvetlenül, részben megfelelő adatfeldolgozás:

— dimenzióhelyessé történő átszámítás,
— határérték ellenőrzés,
— összegezés,
— digitál-analóg átalakítás, stb.

után különböző módon hasznosítja. Ez lehet

— vizuális megjelenítés jelzőizzókon, számjegyes kijelzőkön, display képernyőjén,
— vonalas regisztrálás,
— táblázatregisztrálás,
— sornyomtatás,
— szalaglyukasztás, stb.

A rendszer másik feladata a főközpont információinak:

— távparancsok,
— digitális alapjelek,
— kiszámított értékek, stb.

eljuttatása az alközponthoz csatlakozó végrehajtó szervekhez.

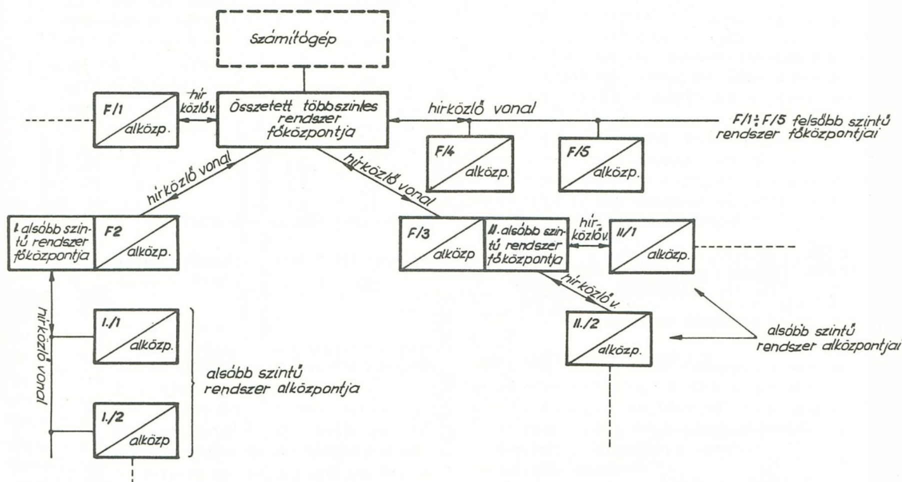
Aciklikus információforgalomban a főközpont felhívására a címzett alközpont egyetlen mérést vagy jelzéscsoportot küld a főközpontba, ill. a főközpont küld információt, pl. parancsüzenetet, az alközpontnak.
Szemiciklikus üzemmódban a felhívott alközpont valamennyi információját beküldi a főközpontba. A főközpont egy alközpont adásának befejeztével mindig a számsorrendben következőt hívja fel. Ebben az üzemmódban az alközpontok lekérdezése folyamatos.
Az információforgalom aciklikus, ill. szemiciklikus voltára való tekintettel a TELEBUS rendszer könnyen bővíthető.
A TELEBUS telemechanikai rendszer kialakítása a földrajzi és távközlési adottságoknak megfelelően lehet

— felfűzött vagy
— sugaras

elrendezésű.
A legegyszerűbb felépítésű rendszer egyetlen

— TELEBUS alközpontból és
— TELEBUS mini-főközpontból

kialakított pont-pont közötti összeköttetés.




1. ábra: Nagy területen szétszórt, több szinten irányított összetett TELEBUS rendszer általános felépítése

### A fő- és alközpontok közötti információforgalom

A TELEBUS alközpontok a mérési és jelzési információkat

— aciklikus, vagy
— szemiciklikus

üzemmódban juttatják el a főközpontba.

Ebben az információforgalom egyirányú. Az alközpont ciklikus üzemmódban, saját ütemezése szerint küldi összes információját a passzív szerepet játszó, csak adathasznosítást végző főközpontba. Ez azonban speciális eset, a TELEBUS-ra az egy főközpont — több alközpont felépítés és a kétirányú információforgalom a jellemző.

Az információátvitel időosztású multiplex rendszerben történik. Az alközpont a távmérési információkat — a bináris távjelzési információkkal való azonos kezelhetőség érdekében — parallel bináris kóddá alakítja, majd az átvitelnél soros bináris jelet képez belőle impulzuskód-modulációval. Az impulzussorozattá alakított információt a hírközlő vonalon általában frekvenciabillentyűzéssel üzemelő modemek segítségével viszi át, amelyek extrém nagy bemenő impedanciája teszi lehetővé több alközpont felfűzését egy vonalra.

A rendszer valamennyi al- és főközpontja azonos frekvenciasávon ad és vesz. Így az időmultiplex rendszer csak egyetlen fél-duplex csatornát igényel. Az egyirányú pont-pont közötti információátvitelhez szimplex csatorna elégséges. Kisebb távolság esetén egyenáramú jellel történő információátvitel is lehetséges.

Szinkronizálás biztosítja, hogy az adó által kibocsátott impulzussorozat a vevő oldalon helyesen értelmezhető legyen, azaz, hogy a vevő órajele szinkron fusson az adóéval, ami lehetővé teszi az egyes bitek zajvédelem szempontjából optimális időben történő mintavételezését, és az impulzustávirat elejének pontos felismerését.

A rendszer szakaszosan szinkron start-stop rendszerű, azaz a szinkron futás a start jel hatására jön létre, és csak egy kódtávirat idejéig tart. A távirat végét stop karakter jelzi. A vevő szinkronozója az együttfutást jelváltások felléptekor állítja helyre. A távirat adásának ideje alatti szinkront nagypontosságú kvarcoszcillátor biztosítja.

Az alkalmazott átviteli sebesség a hírközlő vonal minőségétől függően beállíthatóan 50, 100 vagy 200 Baud. Az al- és főközpont közötti információforgalom az adóegységben előállított impulzussorozat, a kódtávirat segítségével zajlik.

(Kódtávirat: funkciójától függően egy, vagy több kódszóból áll, kiegészítve még az átvitelhez használt szervizjelekkel [start-, stopbit]. Kódszó: az összetartozó információt hordozó bitek csoportja, kiegészítve az átviteli hiba ellenőrzését ellátó redundáns bitekkel.)

Az átvitel során fellépő zavarok és zajok megbízható ellenőrzésére a TELEBUS rendszer ciklikus hibavédelmet — Hamming kódot — használ.

A távműködtetés esetén szükséges fokozott biztonságot emellett ismétléses felhívás biztosítja. A főközpont parancsinformációját a megcímzett alközpont tárolja és a főközpontnak visszaadja. Ha azonosítás és bitenkénti egyeztetés után a főközponti kezelő ezt rövid időn belül (0,5—1 perc) ismételten kiküldi és az alközpont az előbbivel egyezőnek találja, végrehajtásra adja ki azt a hozzácsatlakozó megfelelő végrehajtó szervnek.

Az információt 24 hasznos bitet tartalmazó kódszavak hordozzák. Az alkalmazott (29, 24-es) Hamming kód 2 bites független hibát és 5 bites hibacsomót 100%-os biztonsággal ismer fel. Az átviteli hiba felismerésének valószínűsége:

— 6 bites hibacsomó esetén 98,4% és
— 6 bites hosszabb hibacsomók esetén 96,9%.

A hibavédelem hatékonysága a felhasznált vonal hibastatisztikájának ismerete nélkül pontosan nem határozható meg. A javulás a hibavalószínűségben mintegy 4 nagyságrendre becsülhető.

Az adóegység kódolója a 24 bites hasznos információt 23-ad fokú polinomnak tekintve, az $x^5$-el szorozza és

$$g(x) = 1 + x^2 + x^5$$

generátor polinommal elosztja. Hibavédelemként az osztás maradékának inverzét viszi át, kiküszöbölve ezáltal a fázis szinkronozás szempontjából hátrányos 29 azonos logikai szint előfordulásának lehetőségét.

Az alközponti információt hordozó 24 bit hasznos információtartalmú kódszavak szemiciklikus üzemmódban

— 4 belső információs bitből és
— kétszer tíz információs bitből

tevődnek össze. Alközpontban integrált érték átvitele esetén 6 BCD kódolású számjegyet tartalmaznak.

A 10 információs bit

— analóg jelek 0,2%-os pontosságú 10 bites binárisan kódolt értékét,
— impulzusszámosság jelek binárisan kódolt 10 bit terjedelmű értékét, vagy
— kétállapotú jelek 10-es csoportját hordozza.

A 4 belső információs bit funkciója különböző lehet. Alkalmas pl. mérés, jelzés, vagy BCD kódolású érték átvitelének, mért érték előjelének, stb. megkülönböztetésére.

A főközponti felhívó távirat szintén 24 információs bitből áll:

— az első 7 bit a meghívott alközpont címét,
— a következő 7 bit a kért információ alközponton belüli címét (a bináris „0" cím valamennyi információ bekérését, a bináris „127" cím parancsutasítás kiküldését) jelöli;
— az utolsó 10 bit parancsadáskor a beavatkozó szerv címét és a beavatkozás módját hordozza.

**A rendszer kapacitása**

A cím-bitek számából adódik a TELEBUS rendszer kapacitása. Egy egyszintes rendszer teljes kiépítésben

— 128 alközpontot és alközpontonként
— 126 mérést, vagy jelzések 10-es csoportját, továbbá
— 64·16 állapotú távműködtetést tartalmazhat.

Amennyiben a főközpont digitális alapjelet, vagy számított értéket is küld az alközpont felé, azt az alközponti információforrásokkal azonos módon címzi. Ez esetben ezeknek a kiküldött információknak és az alközponti információforrásoknak — méréseknek, ill. jelzéscsoportoknak — a száma együttesen érheti el a 126-ot.

Az információfelfrissülési idő nem határozható meg egyértelműen, mivel azt nagyon sok külső tényező is befolyásolja:
— átviteli csatorna sebessége,
— átviteli hiba aránya,
— teljes rendszer kiépítettsége, stb.

Teljesen zavarmentes 200 Baudos átvitelt feltételezve egy maximálisan kiépített TELEBUS rendszer esetén az információfelfrissülési idő cca T = 20 perc lenne.

A teljes kapacitás azonban csak elvi korlát, mert kihasználásának valószínűsége igen csekély. A rendszerek általában szokásos kiépítése:
— sok alközpont, alközpontonként kisszámú mérés ill. jelzés
— kevés alközpont, alközpontonként nagyszámú mérés ill. jelzés.

Az előbbi esetet véve alapul pl. egy 40 alközpontot és alközpontonként 20 jelzést, és 6 mérést tartalmazó 200 Baudos rendszerben az információ felfrissülési ideje cca T = 0,5 perc.

A TELEBUS rendszer mennyiségi és funkcionális kapacitása is egyszerűen, rugalmasan változtatható az alkalmazott
— modularitás és
— sínrendszer

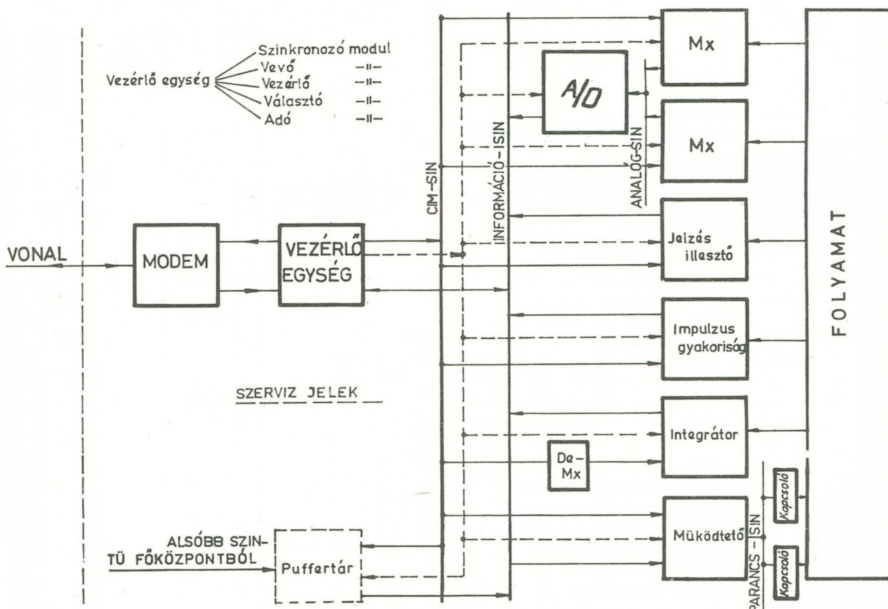
eredményeként. A készülék adott sínjéhez a különböző ki- ill. bemeneti perifériákat illesztő modulok tetszés szerinti csoportosításban, de azonos elektromos és mechanikai feltételekkel csatlakoztathatók. Ez a felépítés különböző feladatok ellátására alkalmas TELEBUS egységek kialakítását teszi lehetővé, azonos hátlapnyomtatással.

A számítógép is a többi perifériához hasonlóan csatlakozik illesztőegységén keresztül a főközponti sínrendszerhez.

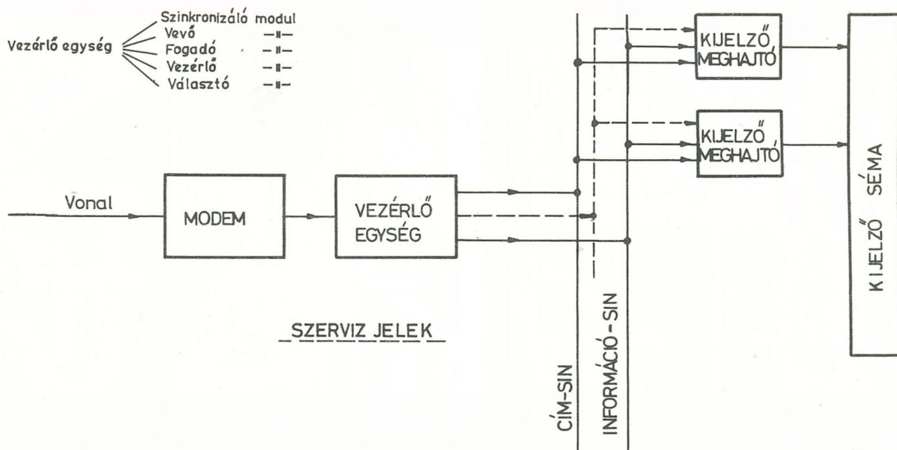
### A TELEBUS telemechanikai rendszer alapegységei

Felépítésük párhuzamos sínrendszerű. Két alapvető sínjük
— „információ" sín
— „cím" sín.

Az alközpont és a legegyszerűbb felépítésű




2. ábra: TELEBUS alközpont felépítése




3. ábra TELEBUS főközpont felépítése

— ún. „mini" — főközpont általános felépítése a 2. ill. 3. ábrán látható.

Az alközpont feladata

— a bemenetére csatlakozó információforrások információinak digitális formában a telemechanikai főközpontba való eljuttatása
— a főközpontból digitális formában érkező parancsinformációknak az alközpont kimeneteihez csatlakozó végrehajtó szervekhez való eljuttatása.

Az alközpont bemeneteire csatlakozó, de attól galvanikusan elválasztott távadók áramjeleit az alközpontban elhelyezett kettős meredekségű integráló típusú analóg-digitál átalakító alakítja át párhuzamos 10 bites információvá.

A főközpont felé küldendő információk párhuzamos kód formájában vannak jelen, ill. kerülnek adás folyamán az alközpont „információ" sínjére. Az alközpont ezeket soros kód formájában juttatja a vonali csatlakozó egységen keresztül a hírközlő vonalra, tehát párhuzamos-soros kódátalakítást végez.

A különböző kiépítettségű főközpontok közül jelenleg még csak a „mini"-főközpont készült el. Feladata a hozzá hírközlő vonalon csatlakozó 1 db TELEBUS alközpont által küldött információk kijelzése. A soros impulzus formájában érkező információk párhuzamos kód formájában kerülnek az „információ" sínjére, tehát soros-párhuzamos kódátalakítást végez. A különböző, bővebb kiépítettségű TELEBUS főközpontok fejlesztési munkái jelenleg vannak folyamatban. A

— több alközpont ciklikus meghívását,
— parancs információ kiküldését,
— határérték ellenőrzését és
— mért értékek dimenzióhelyessé történő átszámítását

végző telemechanikai főközpont prototípusa rövidesen elkészül.

A TELEBUS rendszer egységei direkt csatlakozójú, kis ESZR méretű (140.150 mm-es), túlnyomóan TTL integrált áramkörökkel szerelt nyomtatott áramköri lapokból épülnek fel. Egy-egy logikai kártya általában egy-egy funkcionális modulnak felel meg. A logikai kártyák rack-rendszerű „Kontaset" műszerszekrényben nyernek elhelyezést.

Egy racken belül a kártyák közti kapcsolatot nyomtatott hátlap biztosítja. A rackekhez a be- és elmenő vezetékek „wire-wrap" kötéssel csatlakoznak.

Az egységek tápellátása általában 220 V 50 Hz-es hálózatról történik. Speciális igény esetén = 220 V-os táplálás is lehetséges.




A RAVILL szaküzletek ez évben is nagy választékkal várják Kedves Vevőiket:

- kapcsolók, villásdugók, dugaszoló aljzatok, motorok, szellőzők, világitótestek, vezetékek, müanyag dobozok

RAVILL Alkatrész Áruház
1065 Budapest, VI., Bajcsy-Zs. ut 45.
Tel.: 121-991, 120-827

Villamoskészülékek Boltja
8800 Nagykanizsa, Rózsa F. u. 10.

Villamossági Szaküzlet
8900 Zalaegerszeg, Kossuth L. u. 19-23.

Közületek részére:

RAVILL Villamostömegcikk Osztály
1091 Budapest, IX., Üllői ut 51.

RAVILL 8. sz. fiók
1064 Budapest, VI., Izabella u 84.

POZSGAI GYULA
(MMG - AM)

# SZOBAHŐMÉRSÉKLET-SZABÁLYOZÓ

A helyiségek hőmérsékletének szabályozása iránti igény ma már minden korszerű fűtési rendszer természetes velejárója, hiszen a kényelmi szempontok mellett nem megvetendő a hőmérséklet-szabályozás kedvező gazdasági kihatása sem.
A cikk részletesen beszámol a Mechanikai Mérőműszerek Gyára által kifejlesztett kétállású hőmérséklet-szabályozó elvi felépítéséről, működéséről, különféle villamos kapcsolási lehetőségeiről, valamint a szabályozó ellenőrző mérésénél szerzett tapasztalatokról.

ETO: 536.58:628.87

A hőmérsékletszabályozó rendeltetése az, hogy a berendezések energiafogyasztása a mindenkori energiaszükséglettel legyen egyenlő, s hogy a szükséges energiamennyiséget berendezéseink a tőlük elvárható legjobb hatásfokkal szolgáltassák.
Az energiaszükségleten klímaberendezések (fűtő, szellőztető, stb.) esetén az az energiamennyiség értendő, amelynek közlése az előírt belső légállapot elérését, illetve fenntartását biztosítja.
Ez a mennyiség függ egyrészt a külső környezet — az atmoszféra és az övező felületek — hőmérsékletétől, ezenkívül a levegő nedvességétől, mozgásától, a napsugárzástól, de sokszor még nagyobb mértékben a belső hő- és nedvességterheléstől. Ez utóbbi tény akár hő- és nedvességtermelésben, akár ezek elvonásában nyilvánulhat meg.
A jó szabályozásnak a szabályozóberendezés megfelelő konstrukcióján, helyes és jó megvalósításán kívül azonban éppen úgy feltétele a szabályozott berendezés helyesen tervezett, a célnak megfelelő és jól kivitelezett volta is. Ennek érdekében célszerű olyan hőhordozó közeg alkalmazása, amelynek hőmérséklete a mindenkori igényeknek megfelelően változtatható. Hőhordozó közegen itt az a közeg értendő, amely akár közvetlenül, akár pedig a helyiségben elhelyezett fűtő- vagy hűtőtest közvetítésével kerül a benntartózkodókkal kapcsolatba. Azok a berendezések szabályozhatók jól, amelyekben a közeg víz vagy levegő, esetleg gőz.
A szabályozás szempontjából másik fontos feltétel, hogy a berendezés egyes részeit egymástól függetlenül szabályozhassuk. Fűtési és szellőztetéstechnikai szempontból akár a szél, akár a napsugárzás az egyes épületrészek hőszükségletében olyan eltérést okozhat, amely a normális fajlagos hőigénynek gyakran 50—60%-os változását is maga után vonhatja. Mindehhez járulhat a bentlakók igénye szerinti szabályozás. Ez a berendezésnek lakásonkénti szabályozását követeli meg.
A szabályozással elérhető energiamegtakarítás mérlegelésekor abból a tapasztalati tényből kell kiindulni, hogy azokban az épületekben, amelyekben jól működő központi fűtés van a hőmérséklet a fűtési időszak alatt általánosságban 2—3° C-szal nagyobb, mint az előírt. Ennek többek között egyik oka az, hogy az egyedi fűtőberendezésű épületek fűtői nem kellően képzettek, s inkább túlfűtik az épületet, függetlenítve magukat a külső időjárástól. Távfűtő berendezésekhez kapcsolt épületekben a fűtött helyiségben gyakran 25—26° C, vagy még magasabb hőmérséklet adódik, ami tetemes többletfogyasztást, tehát veszteséget jelent. A többletfogyasztások megszüntetésével több millió forintos megtakarítás érhető el éves szinten, s ez különösen aktuális napjainkban, amikor az energiatakarékosság az érdeklődés homlokterébe került!
A hőmérsékletszabályozás kedvező gazdasági kihatásaira egyes külföldi cégek már korábban felfigyeltek. Az életszínvonal emelkedésével az emberek komfortigénye is megnőtt. Ennek tulajdonítható, hogy számos külföldi cég kezdte el a családi házak és lakások hőmérsékletének szabályozására szolgáló egyszerű szabályozók forgalmazását. Ezek segédenergia nélküli kétállású szabályozók, amelyek bimetallos, vagy gőztenziós elven működnek és sokféle kialakításban használatosak. E szobahőmérséklet-szabályozók legismertebb gyártói: az amerikai HONEYWELL, a dán DANFOSS, a francia SOPAC és a jugoszláv SIGMA.
Az MMG—AM néhány éve szintén gyárt kisebb darabszámban folyadéktágulásos elven működő, 0—40° C hőmérséklettartomány között beállítható hőmérsékletszabályozót, azonban ez a szerv esztétikailag egyrészt nem illeszkedik egy lakószoba környezetébe (eredetileg mezőgazdasági felhasználásra fejlesztették), másrészt a gyártástechnológiája és az ára nem tette lehetővé széles körű elterjedését. A fokozódó hazai és külföldi igények hatására

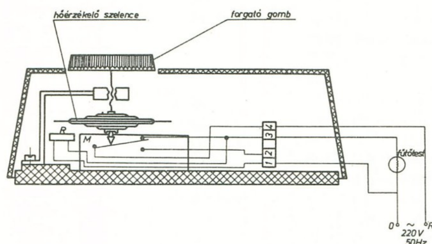
és a műszaki színvonal fejlettségére támaszkodva, az MMG—AM kifejlesztette az 5011—0—002—0 típusú szobahőmérséklet-szabályozóját, amely korszerűség, pontosság és teljesítmény tekintetében számos külföldi típussal is versenyképes.

Nem hagyható figyelmen kívül az a körülmény sem, hogy a külföldi szabályozók általában nem elégítik ki a szigorú hazai villamossági szabványok előírásait, így azok felhasználását a jóváhagyó szerv nem szívesen engedélyezi. Másrészt amellett, hogy ezek a szervek az import miatt meglehetősen drágák, lényegesen kisebb teljesítményűek (max. 4 A/220 V), mint a hazai, így közvetlenül pl. villamos fűtés szabályozására nem alkalmasak.

Az 5011—0—002—0 típusú szobahőmérséklet-szabályozó lakások, irodák, műhelyek, orvosi rendelők, laboratóriumok továbbá kis családi házak hőmérsékletszabályozására szolgálnak, az ott levő egyedi fűtőberendezések, valamint az etázsfűtést biztosító központi kazánok, illetve szellőztetőberendezések (pl. ventillátorok) működésének előre beállítható vezérlése révén, a közvetett beavatkozó szerv (jelfogó, mágneskapcsoló, mágnesszelep, ohmos terhelés, stb.) segítségével.

## A szabályozó leírása

A hőmérsékletszabályozó korrózióálló lemezből készült, töltött rugalmas szelence tágulását használja fel a beépített M-jelű mikrokapcsoló működtetésére (1. ábra). A kívánt hőmérsékletértéket 5 és 30° C között a forgatógomb segítségével állíthatjuk be. A kibekapcsolás pontosságának növelésére termikus visszavezetés szolgál, s a környezeti hőmérséklet jelzésére egy ikerfémes hőmérő került beépítésre. A szabályozó műanyagházzal rendelkezik, s kívánságra több színben kerül forgalomba. A 2. ábrán a hőmérsékletszabályozót látjuk.




1. ábra: Elvi vázlat




2. ábra: Szobahőmérséklet-szabályozó

*Műszaki adatok*

| | |
|---|---|
| Szabályozási tartomány: | +5 . . .+30 °C |
| Kapcsolási hőmérsékletkülönbség | |
| — termikus visszacsatolással: | 0,4 °C |
| — termikus visszacsatolás nélkül: | 2,5 °C |
| Villamos terhelhetőség: | max. 10 A/220 V 50 Hz (ohmos) |
| Klímaállóság: | normál, zárttéri |
| Érintésvédelmi osztály: | II. |
| Méretek: | 63×110×58 mm |
| Súly: | 0,2 kp |

A készülék forgatógombjával meghatározott értéknek megfelelő hőmérséklet elérése esetén a szabályozó a beavatkozó szerven keresztül — a rendszertől függően — kikapcsolja vagy takarékra állítja a szellőztető, illetve fűtőberendezést, majd később, ha a hőmérséklet kismértékben csökken, újból bekapcsolja, illetve takarékról teljes üzemre állítja vissza. Éppen ezért a szabályozó — azonkívül, hogy a kényelmet szolgálja — tetemes fűtőanyagot takarít meg.

*Villamos kapcsolás*

A szobahőmérséklet-szabályozó a szabályozni kívánt rendszer jellege szerint kétféleképpen kapcsolható a villamos áramkörbe:

- hőmérsékletemelkedésre kikapcsol (fűtés)
- hőmérsékletemelkedésre bekapcsol (szellőztetés)

Mindkét kapcsolásnak további két változata lehetséges:

- termikus visszacsatolás: ebben az esetben a kapcsolási hőmérsékletkülönbség 0,4° C
- termikus visszacsatolás nélkül: a kapcsolási hőmérsékletkülönbség 2,5° C.

A 3—6. ábra villamos kapcsolásra ad tájékoztatást egy-egy példa kapcsán.

## A hőmérsékletszabályozó mérésének leírása

A méréseket egy UK—3 típusú klímaszekrényben üzemszerűen modelleztük, mégpedig úgy, hogy a fűtést és hűtést a vizsgált szabályozó mikrokapcsolója vezérelte. A belső tér levegőjét egy 110 V-tal hajtott kis ventillátor homogenizálta. A szabályozó üzemszerű helyzetben volt felszerelve. A méréseket 10, 20 és 30 °C skálaállásban végeztük. A mérés előfűtéssel és — az ellenállás kikapcsolásával — előfűtés nélkül történt. A szabályozott hőmérsékletet egy vivőfrekvenciás erősítőre kapcsolt 100 ohm platinaellenállás-hőmérő érzékelte és az erősítő kimenetére kapcsolt regisztráló rögzítette.
A regisztrátum szélessége minden esetben 10 °C-nak felel meg. A regisztráló papír sebessége 20 mm/h volt. A szekrényben a levegő áramlási sebessége 10 m/min. A légtér hőmérsékletváltozási sebessége 1 °C/15 min.

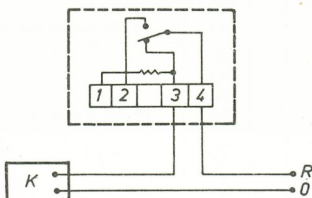
*Mérési eredmények*

A szobahőmérséklet-szabályozó „0" szériájából véltelenszerűen kiválasztott 5 db készülék mérési eredményeit az 1. és 2. táblázatban foglaltuk össze.

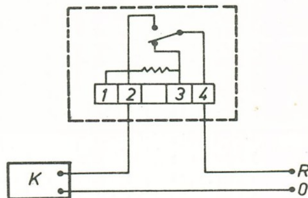
A szabályozott hőmérséklet ingadozásának jellegét regisztrálópapírra rögzítettük. A regisztrátumokból világosan kitűnik, hogy a szabályozókat termikus előfűtés nélkül működtetve a szabályozott hőmérséklet amplitúdója, ill. a ki-bekapcsolási hőmérséklet közötti különbség nagy. Termikus előfűtés esetén ez a hőmérséklettartomány összeszűkül, ugyanakkor a szabályozó mikrokapcsolójának kapcsolási gyakorisága megnő.

*Túlterhelhetőség vizsgálata*

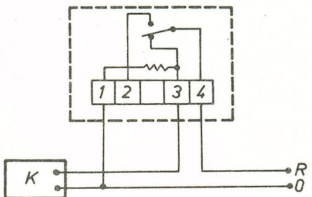
A vizsgálat célja annak megállapítása volt, hogy egy-egy nem kívánt véletlen túlmelegedés milyen járulékos hatással van a szabályozó pontosságára, megbízhatóságára és üzembiztonságára. Miután ugyanis nyáron egy átlagos lakószoba hőmérséklete a szabályozási tartomány felső határhőmérsékletét elérheti, sőt meghaladhatja, szükségesnek látszott a megengedett hőmérsékleti határ felett bekövetkező hatások mellett, illetve a hatások megszüntetése utáni állapotban vizsgálni a hőre táguló fémmembrán viselkedését.
A vizsgálat elvégzéséhez egy szabályozóból kiszerelt fémmembránt használtunk fel, vastagságmérő kalodába helyezve. A kaloda rögzítette a vizsgálat tárgyát képező fémmembránt, az érzékelő indikátorórát (SOMET 25 1811 gy. sz. 1° = 0,01 mm), továbbá egy



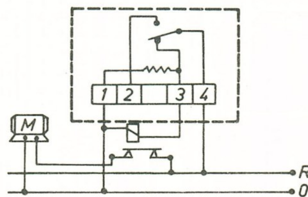
3. ábra: Hőmérséklet-növekedésre kikapcsol (kapcsolási hőmérséklet-különbség max. 2,5 °C).



5. ábra: Hőmérséklet-növekedésre bekapcsol (kapcsolási hőmérséklet-különbség max. 2,5 °C)



4. ábra: Hőmérséklet-növekedésre kikapcsol (kapcsolási hőmérséklet-különbség max. 0,4 °C).



6. ábra: Jelfogó vagy mágneskapcsoló alkalmazása szükséges, ha a terhelés induktív vagy 10 A/220 V ohmos terhelésnél nagyobb

menetes gyűrűt, mely a membrán tágulási lehetőségének behatárolására szolgált. A tényleges használatban ezt a behatárolást a mikrokapcsoló végzi. Az így összeállított vizsgálókészüléket úgy merítettük vízfürdőbe, hogy a víz a membránt és a készüléket fedje, de a műszer ne károsodjon és leolvasható legyen. A vízhőfok változása mellett megállapítottuk a hőfokhoz tartozó membránvastagságot. A membránerőt nyomatékmérővel, az indikátor tapintójának közvetítésével mértük. A vastagságmérést 20 °C mellett, 0,0 mm műszerállásnál kezdtük. A kitámasztógyűrűt úgy állítottuk be, hogy kb. 30 °C-nál a membrán felütközzön. Az itt nem részletezett mérési adatokból kitűnik, hogy az üzemi állapotnak megfelelő szerelt membrán +35 °C hőmérsékletet károsodás és működési jellegváltozás nélkül elvisel.

Az esetleges +40 °C hőmérséklet a skála eltolódását eredményezheti, de emellett a membrán még használható marad. A +40 °C feletti hőmérséklet hatásától azonban mindenképpen célszerű óvni a membránt A vizsgált készülékek a leírt feltételek mellett a mért paraméterek tekintetében megbízhatóan, jól működtek.

## Összefoglalás

A szép formájú, kisméretű, gondos kivitelű készülék a MEEI és a KERMI szakvéleménye alapján alkalmas lakószobák, irodák, laboratóriumok és egyéb helyiségek hőmérsékletének automatikus szabályozására. A szobahőmérséklet-szabályozó élettartama 50 000 kapcsolás. Ez hozzávetőlegesen 15 évi élettartamot jelent, ha napi húsz kapcsolást és évi 150 fűtési napot veszünk figyelembe.

Az MMG—AM gyártmányú szobahőmérséklet-szabályozó ára jóval kisebb, mint az eddig kapható külföldi (Honeywell, Danfoss) típusoké. A szabályozót Magyarországon a Műszaki Árut Értékesítő Vállalat és a Műszer- és Irodagépértékesítő Vállalat hozza forgalomba.

1. táblázat

Mérési eredmények termikus előfűtéssel

| Szabályozó száma | S | $\overline{t}_{be}$ | $\overline{t}_{ki}$ | $\Delta t$ | $\overline{S}_{be}$ | $\overline{S}_{ki}$ | $T_{be}$ | $T_{ki}$ | Megjegyzés |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 001 | 10 | 10,3 | 10,7 | 0,4 | 0,3 | 0,7 | 0,7 | 0,5 | |
| | 30 | 30 | 30,3 | 0,3 | 0 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | |
| | 30 | 39,9 | 30,2 | 0,3 | -0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 50.000 kapcsolás után |
| 002 | 10 | 10,6 | 10,8 | 0,2 | 0,6 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | |
| | 20 | 18,5 | 18,9 | 0,4 | -1,5 | -1,1 | 0,2 | 0,5 | |
| | 30 | 31,7 | 32,1 | 0,4 | 1,7 | 2,1 | 0,6 | 0,4 | |
| | 30 | 29,9 | 30,2 | 0,3 | -0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 50.000 kapcsolás után |
| 003 | 10 | 10 | 10,3 | 0,3 | 0 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | |
| | 20 | 18,8 | 19,2 | 0,4 | -1,2 | -0,8 | 0,9 | 0,7 | |
| | 30 | 30,8 | 31,1 | 0,3 | 0,8 | 1,1 | 0,3 | 0,5 | |
| | 30 | 30,1 | 30,6 | 0,5 | 0,1 | 0,6 | 0,3 | 0,1 | 50.000 kapcsolás után |
| 004 | 10 | 10,4 | 10,8 | 0,4 | 0,4 | 0,8 | 0,2 | 0,2 | |
| | 20 | 19,3 | 19,7 | 0,4 | 0,7 | 0,3 | 0,9 | 0,9 | |
| | 30 | 29,5 | 29,9 | 0,4 | -0,5 | -0,1 | 0,5 | 0,5 | |
| | 30 | 29,1 | 29,4 | 0,3 | -0,9 | -0,6 | 0,6 | 0,4 | 50.000 kapcsolás után |
| 005 | 10 | 9,9 | 10,2 | 0,3 | -0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | |
| | 20 | 18,2 | 18,6 | 0,4 | -1,8 | -1,4 | 0,3 | 0,3 | |
| | 30 | 29,8 | 30,1 | 0,3 | -0,2 | 0,1 | 0,8 | 0,4 | |
| | 20 | 20,1 | 20,3 | 0,2 | 0,1 | 0,3 | 0,2 | 0,4 | 50.000 kapcsolás után |
| | 20 | 20,4 | 20,9 | 0,5 | 0,4 | 0,9 | 0,2 | 0,2 | -20 °C után mérve |

2. táblázat

Mérési eredmények termikus előfűtés nélkül

| Szabályozó száma | S | $\overline{t_{be}}$ | $\overline{t_{ki}}$ | $\Delta t$ | $\overline{S_{be}}$ | $\overline{S_{ki}}$ | $T_{be}$ | $T_{ki}$ | Megjegyzés |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 001 | 10 | 10,7 | 12,4 | 1,7 | 0,7 | 2,4 | 0,1 | 0,1 | |
| | 30 | 30 | 31,1 | 1,1 | 0 | 1,1 | 1,4 | 0,2 | |
| | 30 | 29,8 | 31,1 | 1,3 | -0,2 | 1,1 | 0,1 | 0,1 | 50.000 kapcsolás után |
| 002 | 10 | 11,1 | 12,6 | 1,5 | 1,1 | 2,6 | 0,1 | 0,3 | |
| | 20 | 18,7 | 20,3 | 1,6 | -1,3 | 0,3 | 0,1 | 0,2 | |
| | 30 | 31,8 | 33 | 1,2 | 1,8 | 3 | 0 | 0 | |
| | 30 | 30 | 31,7 | 1,7 | 0 | 1,7 | 0 | 0,1 | 50.000 kapcsolás után |
| 003 | 10 | 10 | 11,6 | 1,6 | 0 | 1,6 | 0,3 | 0,2 | |
| | 20 | 18,6 | 19,9 | 1,3 | -1,4 | -0,1 | 0 | 0,2 | |
| | 30 | 30,9 | 32,4 | 1,5 | 0,9 | 2,4 | 0,9 | 0,4 | |
| | 30 | 29,5 | 31,1 | 1,6 | -0,5 | 1,1 | 0,2 | 0,2 | 50.000 kapcsolás után |
| 004 | 10 | 10,7 | 12,6 | 1,9 | 0,7 | 2,6 | 0 | 0 | |
| | 20 | 18,6 | 20 | 1,4 | -1,4 | 0 | 0,4 | 0,3 | |
| | 30 | 29,3 | 30,7 | 1,4 | -0,7 | 0,7 | 0,4 | 0,4 | |
| | 30 | 29,5 | 31,1 | 1,6 | -0,5 | 1,1 | 0,2 | 0,2 | 50.000 kapcsolás után |
| 005 | 10 | 9,9 | 11,3 | 1,4 | -0,1 | 1,3 | 0,2 | 0,1 | |
| | 20 | 18 | 19,3 | 1,3 | -2 | -0,7 | 0,4 | 0,1 | |
| | 30 | 29,9 | 31 | 1,1 | -0,1 | 1 | 0 | 0 | |
| | 20 | 19,8 | 21,7 | 1,9 | -0,2 | 1,7 | 0,6 | 0,2 | -20°C, 50.000 kapcsolás után mérve |

A táblázat jelölései

$S$ = a szabályozó skáláján beállitott hőmérséklet (°C)

$t_{be}$ = a szabályozó bekapcsolásakor (fütés) mért környezeti hőmérséklet (°C)

$t_{ki}$ = a szabályozó kikapcsolásakor (fütés megszüntetve) mért környezeti hőmérséklet (°C)

$\Delta t = t_{ki} - t_{be}$ (°C)

$\overline{t_{be}} = \dfrac{t_{be1} + \ldots + t_{ben}}{n}$ (°C)

$\overline{t_{ki}} = \dfrac{t_{ki1} + \ldots + t_{kin}}{n}$ (°C)

$\overline{S_{be}} = \overline{t_{be}} - S$ (°C)

$\overline{S_{ki}} = \overline{t_{ki}} - S$ (°C)

$T_{be}$ = a mérési sorozatban a bekapcsoláskor mért környezeti hőmérséklet értékeinek szórási sávja (°C)

$T_{ki}$ = a mérési sorozatban a kikapcsoláskor mért környezeti hőmérséklet értékeinek szórási sávja (°C)

## W TÍPUSU KISMEGSZAKÍTÓK




A W tipusu kismegszakitók igen széles felhasználási területtel rendelkeznek, tekintettel a három féle - H, L, G - karakterisztikára, és azon belül az áramsorokra és beépitési módokra;
a következő feladatokra alkalmazhatók:

WH tipus: háztartási készülékek védelme

WL tipus: vezetékek védelme

WG tipus: motoros készülékek, induktiv jellegü terhelések, fényszórók.

A készülék keskeny kialakitásu, szélessége 17,5 mm. Élettartama névleges terhelésnél legalább 10.000 kapcsolás. A kismegszakitó 380V - 1500A-es és 220V - 3000A-es zárlati áram megszakitására képes. Megszakitáskor az iv kioltása mindenkor egy fél perióduson belül történik meg. A készülék termikus hőkioldóval (bimetall) van ellátva a tulterhelésből eredő tuláramok, és elektromágneses gyorskioldóval a rövidzárlatokból eredő tuláramok ellen való védelem céljából.

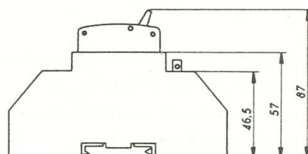
A H karakterisztikánál a termikus lekapcsolás beállitása olyan, hogy 1,4 $I_n$ árammal történő terhelésnél 1 órán belül lekapcsolás nem történik, 1,9 $I_n$-nél árammal terhelve 1 órán belül a kismegszakitó lekapcsol. A mágneses gyorskioldó a névleges áram 2-3-szorosánál már megszakitja a zárlati áramot.
Az L karakterisztikánál a termikus lekapcsolás értéke megegyezik a H tipuséval, rövidzárlati gyorslekapcsolás pedig a névleges áram 3,5-5-szöröse között van.

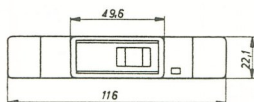
G karakterisztikáju kismegszakitóknál 1,1 $I_n$ árammal való terhelés esetén 1 órán belül nincs lekapcsolás, 1,4 $I_n$ árammal való terhelés esetén 1 órán belül a kismegszakitó lekapcsol. A rövidzárlati gyorslekapcsolás a névleges áram 8-12-szerese között van.

A kismegszakitó mechanikai felépitését tekintve olyan, hogy bármely helyzetben biztonságosan kikapcsol, rázásra nem érzékeny. Szerelése vagy felcsavarozással, vagy sinre történő bepattintással történhet. A max. beköthető vezeték keresztmetszete 10 mm$^2$.

A W tipusu kismegszakitó az MSZ 1579 számu és a VDE 0641/3.64. számu szabványok követelményeinek felel meg. A VDE jel használata engedélyezett.
Választéktáblázat

| Jelleggörbe | Áramsor (névleges áram A-ben) |
|---|---|
| H | 10, 16, 20, 25 |
| L | 6, 10, 16, 20, 25 |
| G | 1,6, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 16, 20, 25, 32 |




Gyártja: VBKM Világitástechnikai Gyár
1143 Budapest, XIV.,
Francia ut 11.